

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Úprava dvojice křižovatek na silnici II/380 a II/416

Adjusting of the Two Intersections on the Road II/380 and II/416

Student:

Lucie Slavíková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Petřů, Ph.D.

Ostrava 2017

## Zadání bakalářské práce

Student: **Lucie Slavíková**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby  
Téma: **Úprava dvojice křižovatek na silnici II/380 a II/416**  
**Adjusting of the Two Intersections on the Road II/380 and II/416**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce jsou variantní návrhy rekonstrukce dvojice křižovatek na silnici II/380 a silnici II/416. Práce bude obsahovat výsledky dopravního průzkumu a analýzu dopravní nehodovosti. Cílem práce je zjištění stávajícího stavu, variantní návrhy rekonstrukce dvojice křižovatek, úprava zastávek "Měnin rozcestí" a navržení potřebných opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu. Návrh bude zpracován na úrovni odpovídající požadavkům studie a dle pokynů vedoucího práce.

### Seznam doporučené odborné literatury:

1. ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
2. ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
3. ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
4. Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
5. Technické podmínky EDIP TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek
6. Technické podmínky EDIP TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

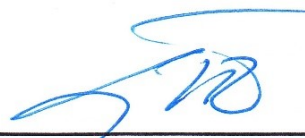
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 02.05.2017



Ing. Ivan Fencl, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

**Prohlášení studenta:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci včetně příloh zpracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla veškeré použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Ostravě ..... 2. 5. 2014 .....

..... Lucie Slavičková .....

podpis studenta

**Prohlašuji, že:**

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užití díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....2.5.2014.....

.....Lucie Slavíková.....

podpis studenta

## **Anotace**

SLAVÍKOVÁ, Lucie. *Úprava dvojice křižovatek na silnici II/380 a II/416*. Bakalářská práce.

VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, 2017, 70 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Petrů, Ph.D.

Předmětem této bakalářské práce jsou variantní návrhy úpravy dvojice křižovatek na silnici II/380 a silnici II/416. Práce obsahuje zjištění stávajícího stavu, vyhodnocení intenzity dopravy na základě provedeného dopravního průzkumu, vyhodnocení dopravní nehodovosti včetně videoanalýzy konfliktních situací a návrh třech variant řešení rekonstrukce dvojice křižovatek. Součástí práce je dále úprava autobusových zastávek „Měnin rozcestí“ a navržení potřebných opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu dopravních prostředků, chodců a cyklistů. Na závěr byly všechny varianty porovnány dle multikriteriálního hodnocení, na základě něhož byla vybrána nejvhodnější varianta. Při návrzích byl používán program AutoTURN pro ověření průjezdnosti křižovatek.

## **Klíčová slova**

křižovatka, dopravní průzkum, dopravní nehodovost, konfliktní situace, autobusová zastávka, multikriteriální hodnocení, AutoTURN

## **Annotation**

SLAVÍKOVÁ, Lucie. Adjusting of the Two Intersections on the Road II/380 and II/416. Bachelor thesis. VŠB-TU Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2017, 70 p. Supervisor Ing. Jan Petrů, Ph.D.

The subject of this bachelor thesis are variant proposals of reconstruction of the two intersections on the road II/380 and II/416. The work contains the current state, evaluation of the traffic intensity based on the traffic survey, evaluation of traffic accidents including the videoanalysis of conflict situations and proposal of three variants of solving the reconstruction of the two intersections. Part of the work is also the adjustment of bus stops „Měnin rozcestí“ and design necessary measures to improve the traffic flow and safety of vehicles, pedestrians and cyclists. Finally all the variants were compared according to the multi-criteria evaluation, on which was chosen the best one. During designing program AutoTURN was used to check the pass ability of the intersections.

## **Keywords**

intersection, traffic survey, traffic accidents, conflict situations, bus stop, multi-criteria evaluation, AutoTURN

# OBSAH

Značení a zkratky .....	9
1. Úvod .....	11
1.1 Identifikační údaje stavby .....	12
2. Poloha křižovatek .....	12
2.1 Širší vztahy .....	12
3. Popis křižovatek a jejich provozu .....	15
3.1 Obecný popis .....	15
3.2 Stávající stav .....	17
3.3 Dopravní značení .....	19
3.3.1 Vodorovné dopravní značení .....	19
3.3.2 Svislé dopravní značení .....	19
4. Dopravní průzkum .....	21
4.1 Popis účelu měření .....	21
4.2 Tabulky intenzit dopravních proudů křižovatek .....	23
4.2.1 Křižovatka č. 1 .....	23
4.2.2 Křižovatka č. 2 .....	24
4.3 Pentlogramy křižovatek .....	26
4.4 Vyhodnocení dopravního průzkumu .....	27
4.4.1 Posouzení kapacity křižovatek .....	27
4.4.2 Stanovení ročního průměru denních intenzit .....	30
4.4.3 Stanovení intenzity cyklistické dopravy .....	31
4.4.4 Prognóza intenzity automobilové dopravy .....	32
5. Dopravní nehodovost .....	32
6. Vyhodnocení konfliktních situací .....	35
6.1 Konfliktní situace .....	35

6.2	Videoanalýza konfliktních situací .....	35
7.	Souhrn zjištěných nedostatků řešených křížovatek.....	39
8.	Návrh variant řešení křížovatek .....	40
8.1	VARIANTA 1 .....	40
8.1.1	Popis varianty .....	40
8.1.2	Návrh varianty 1 .....	41
8.2	VARIANTA 2 .....	44
8.2.1	Popis varianty .....	44
8.2.2	Návrh varianty 2 .....	45
8.3	VARIANTA 3 .....	51
8.3.1	Popis varianty .....	51
8.3.2	Návrh varianty 3 .....	52
9.	Multikriteriální hodnocení navržených variant .....	57
9.1	Výsledná varianta .....	59
10.	Závěr.....	64
11.	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	65
12.	Seznam obrázků .....	67
13.	Seznam tabulek .....	68
14.	Seznam příloh.....	69
	Poděkování .....	70



## ZNAČENÍ A ZKRATKY

$I_n$	intenzita n-tého dopravního proudu, [pvoz/h]
$I_H$	rozhodující intenzita nadřazených proudů, [voz/h]
$t_g$	kritický časový odstup, [s]
$t_f$	následný časový odstup, [s]
$G_n$	základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu, [pvoz/h]
$C_n$	kapacita jízdního pruhu n-tého proudu, [pvoz/h]
$p_o$	pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů, [-]
$n$	průběžný index pro všechny proudy, [-]
$R_{ez}$	rezerva kapacity, [pvoz/h]
$t_w$	střední doba zdržení, [s]
UKD	úroveň kvality dopravy, [-]
$a_v$	stupeň vytížení, [-]
$N_{95\%}$	délka fronty na vjezdu neřízené křižovatky, [m]
RPDI	roční průměr denních intenzit dopravy, [voz/den], pro vozidla celkem
$RPDI_x$	roční průměr denních intenzit dopravy, [voz/den], $x$ označuje druh vozidla
$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy), [-]
$p_i^r$	podíl měsíčního průměru denních intenzit dopravy ku ročnímu průměru denních intenzit, [%], index $i$ označuje měsíc
$I_d$	denní intenzita dopravy dne průzkumu, [voz/den], resp. [cykl/den]
$I_m$	intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěna v době průzkumu, [voz/doba průzkumu]

$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy), [-]
$\Sigma p_i^d$	součet podílu hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu $i$ na denní intenzitě, [%]
$I_t$	týdenní průměr denních intenzit dopravy, [voz/den]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit (zohlednění týdenních variací intenzit dopravy), [-]
$\Sigma p_i^t$	součet podílu intenzity dopravy v daném dni $i$ ku týdennímu průměru denních intenzit, [%]
$I_v$	výhledová intenzita dopravy, [voz/den]
$k_v$	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok, [-]
$k_o$	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok, [-]
$k_p$	koeficient prognózy intenzit dopravy, [-]
$I_0$	výchozí intenzita dopravy, [voz/den]
ČSN	česká technická norma
TP	technické podmínky
voz	vozidla
cykl	cyklisti
pvoz	přepočtená vozidla
VDZ	vodorovné dopravní značení
SDZ	svislé dopravní značení

# 1. ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce jsou variantní návrhy rekonstrukce dvojice křižovatek na silnici II/380 a silnici II/416, které se nacházejí jihovýchodně od města Brna. Důvodem samotné rekonstrukce je plánované rozšíření kategorií šířky hlavní pozemní komunikace, tedy silnice II. třídy s číslem 380.

Hlavním cílem mé bakalářské práce je zjištění stávajícího stavu dvou křižovatek a na základě vyhodnocení ručního dopravního průzkumu a zjištění nedostatků stávajících křižovatek navrhnout celkem tři variantní řešení pro jejich rekonstrukci.

Při návrhu bylo dbáno na dosažení potřebných opatření ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu dopravních prostředků, chodců a cyklistů. Práce je dále zaměřena na analýzu dopravní nehodovosti v období od počátku roku 2007 až po současnost a na následnou videoanalýzu konfliktních situací zjištěných při dopravním inženýrském průzkumu.

Součástí bakalářské práce bude také návrh úpravy dvojice autobusových zastávek „Měnin rozcestí“, které se nacházejí v úseku mezi řešenými křižovatkami.

Na závěr se dle multikriteriálního hodnocení navržených variant vybere výsledná varianta, která se dále podrobněji rozpracuje. Jednat se bude zejména o podrobnější prokótování situace, návrh vodorovného i svislého dopravního značení, návrh vodorovného příčného řezu a ověření průjezdnosti obou křižovatek za pomoci vlečných křivek směrodatných vozidel využitím programu AutoTURN. Pro komplexnost se pro nejvhodnější variantu navrhne výsledná skladba vozovky komunikace a autobusových zálivů a provede se předběžný odhad nákladů. Pro všechny návrhy budou dále ověřeny rozhledové podmínky na řešených křižovatkách.

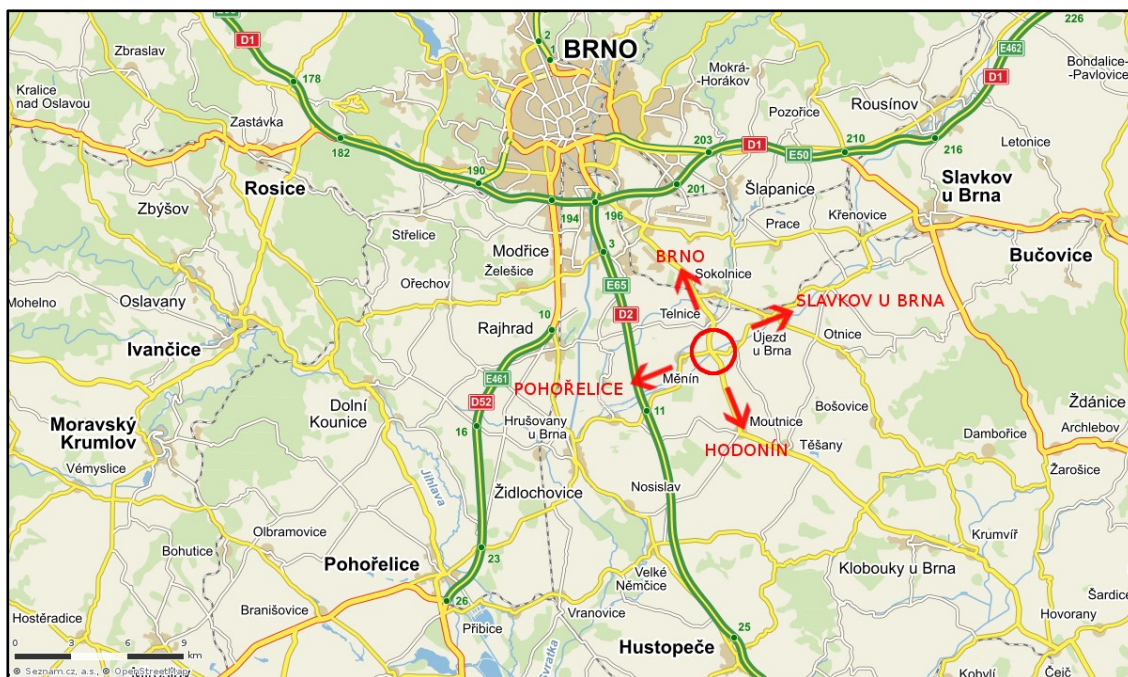
## 1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Úprava dvojice křižovatek na silnici II/380 a II/416
Druh stavby:	Dopravní
Zadavatel:	VŠB – Technická univerzita Ostrava Fakulta stavební Katedra dopravního stavitelství
Adresa zadavatele:	Ludvíka Podéště 1875/17, 708 00 Ostrava-Poruba
Místo stavby:	Extravilán, jihovýchodně od Brna, mezi městy Měnín, Telnice, Žatčany a Moutnice
Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Brno-venkov
Katastrální území:	Měnín [693090], Žatčany [794724]
Projektant:	Lucie Slavíková
Vedoucí projektu:	Ing. Jan Petřů, Ph.D.

## 2. POLOHA KŘÍŽOVATEK

### 2.1 Širší vztahy

Řešené křižovatky se nacházejí v extravilánu přibližně 18 kilometrů jihovýchodně od Brna. Na Obrázku 1 je červeně vyznačena poloha křižovatek a směry, kterými se lze dostat do okolních větších měst. Takovými městy jsou Brno, Pohořelice, Hodonín a Slavkov u Brna. Křižovatky dále umožňují propojení celkem čtyř okolních menších měst – severní Telnice, západní Měnín, východní Žatčany a jižní Moutnice (viz Obrázek 2). Všechna tato menší města, včetně uvažovaných dvou křižovatek, spadají pod okres Brno-venkov, kraj Jihomoravský.



Obrázek 1: Poloha křižovatek vztažena k větším městům



Obrázek 2: Poloha křižovatek vztažena k menším městům

Okres Brno-venkov patří mezi okresy, jejichž okresní město (v tomto případě město Brno) není jejich součástí. Co se týče okresů Jihomoravského kraje, okres Brno-venkov obklopuje okres Brno-město ze všech stran. Na severu pak dále sousedí s okresem Blansko, na východě s okresem Výškov, na jihu s okresem Břeclav a na jihozápadě s okresem Znojmo. Z kraje Vysočina sousedí okres Brno-venkov dále s okresem Žďár nad Sázavou na severozápadě a s okresem Třebíč na západě.

Počet obyvatel žijících v okrese Brno-venkov je přibližně 220 tisíc a k 1.1. 2007 je jeho celková plocha přibližně 1 499 km<sup>2</sup>. Okresem protéká celkem pět řek. Severní částí protékají dvě velké řeky Svatava a Svitava, zbytek tvoří řeky Oslava, Jihlava a Litava.

Křižovatky, k nim příslušné komunikace a okolní pozemky se nacházejí na celkem dvou katastrálních územích – katastrální území Měnín [693090] a katastrální území Žatčany [794724]. Okolní pozemky jsou z větší části využívány jako orné půdy, dále se zde nachází vodní plocha, trvalé travní porosty a ostatní plochy, využívané jako manipulační plochy nebo ostatní komunikace.

V roce 1805 proběhla východně od Brna bitva u Slavkova, jedna z nejvýznamnějších událostí evropských dějin 19. století. Tato událost je spjatá také s oblastí, ve které se nacházejí právě řešené křižovatky a při příjezdu ke křižovatkám ze směru Pohořelice a Hodonín na ni upozorňují značky č. IS 23 a č. IS 24a.

Vzhledem k tomu, že okresem prochází značené množství železničních tratí, dálnice D1, D2 a D52, má Brno-venkov poměrně velkou intenzitu dopravy.

Řešená silnice II/380, která vede od Brna přes Klobouky u Brna po Hodonín, tvoří dopravní páteř území východně od dálnice D2 a tvoří k ní tak paralelní tranzitní tah.

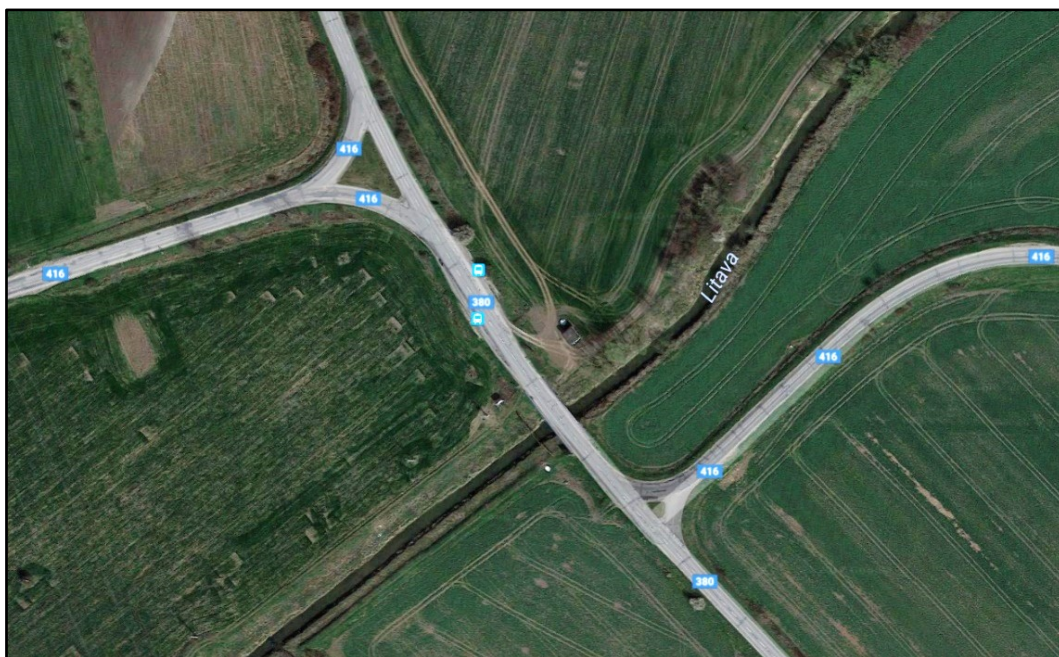
Silnice II/416 je považována jako silniční tah krajského významu, tzn. že funkce takové silnice spočívá především ve vzájemném propojení obcí s rozšířenou působností a navázání center na nadřazenou silniční síť. Jedná se zejména o propojení měst Židlochovice, Újezd u Brna, Slavkov u Brna a napojení na nadřazenou silniční síť. V současné době se jedná o jedinou komunikaci, která umožňuje propojení dálnic D52 u města Pohořelice, D2 u města Blučina a D1 u města Holubice. Z tohoto důvodu je silnice II/416 často využívána pro těžkou tranzitní dopravu, kterou tvoří zejména těžké nákladní automobily s užitnou hmotností nad 12 t a návěsové soupravy.

### 3. POPIS KŘIŽOVATEK A JEJICH PROVOZU

#### 3.1 Obecný popis

Hlavní komunikace je silnice II. třídy označena číslem 380, která vede z města Telnice do města Moutnice. Na tuto hlavní komunikaci se připojují dvě vedlejší komunikace, které jsou rovněž silnicemi II. třídy označené číslem 416 a vedou z měst Měnín a Žatčany. Tyto pozemní komunikace můžeme dle ČSN 73 6101 [1] zařadit podle kategorie mezi silnice, které se označují písmenem S jako silnice s neomezeným přístupem.

Jedná se o dvoupruhové směrově nerozdělené komunikace. Návrhová kategorie pro hlavní i vedlejší komunikaci je S 7,5/90. Vzhledem k průběžným úpravám byla fyzicky naměřena šířka zpevněné koruny 7,10 m o šířce jízdního pruhu 3,10 m.



*Obrázek 3: Letecký snímek stávajících křižovatek*

Křižovatky se nacházejí na hlavní komunikaci ve směrovém oblouku. První styková křižovatka, umístěná na Obrázku 3 vlevo nahoře (dále už jen křižovatka č. 1) je umístěna na vnější straně směrového oblouku. Úhel křížení komunikací u křižovatky č. 1 je  $102^\circ$ . Druhá styková křižovatka, umístěná na Obrázku 3 vpravo dole (dále už jen křižovatka č. 2) je umístěna na vnitřní straně směrového oblouku. Úhel křížení komunikací u křižovatky č. 2 je  $89,50^\circ$ .



V obou případech se jedná o úrovně stykové křižovatky s dopravním značením určujícím přednost v jízdě. Pro fyzické oddělení, usměrnění dopravních proudů a umístění zařízení pro řízení a bezpečnost provozu slouží trojúhelníkové dělicí ostrůvky na vedlejších komunikacích. V rámci stávajících křižovatek nejsou řešeny žádné přídatné pruhy, kterými jsou odbočovací a připojovací pruhy.

Hlavní komunikace klesá od severu k jihu při podélném sklonu nepřesahující hodnotu 1,5 %.

Vzdálenost křižovatek, měřená mezi průsečíkem os křižujících se silnic jedné křižovatky a průsečíkem os křižujících se silnic druhé křižovatky, je přibližně 190 metrů. Podle ČSN 73 6101 [1] existuje tabulka 21, ve které jsou stanoveny nejmenší dovolené vzdálenosti křižovatek. V tomto případě by tomu mělo být pro návrhovou rychlost 90 km/h a silnici II. třídy přes 1,5 km. Jelikož je nutné co nejvíce respektovat stávající stav, není možné vzdálenost křižovatek tak výrazně zvětšit.

V blízkosti křižovatek se neobjevují žádné chodníky určené pro chodce ani pruhy či pásy pro cyklisty, které by byly oddělené od hlavního dopravního prostoru. I přesto je křižovatkami mezi městy Měnín a Žatčany vedena cyklistická trasa číslo 5062.

V úseku mezi křižovatkami se vyskytují dvě zastávky „Měnín, rozcestí“. V obou případech se jedná o zastávky v zálivech a jsou označené svislou dopravní značkou č. IJ 4b, kterou se označují zastávky pro linkovou osobní dopravu. Dále se v tomto úseku nachází mostní objekt, který přemostňuje řeku Litavu.

Při příjezdu k první křižovatce od města Brna se po pravé straně nachází betonový trubní propustek, který vede pod polní cestou, která se připojuje k hlavní komunikaci. Přibližně 120 m za ním se nachází druhý betonový trubní propustek, který slouží pro převedení vody z jedné strany hlavní komunikace na druhou.

V bezprostřední blízkosti křižovatek se nenacházejí žádné inženýrské sítě, které by jakýmkoliv způsobem komplikovaly postup realizace řešených křižovatek. Ve vzdálenosti přibližně 130 metrů od druhé křižovatky je vedeno nadzemní vedení proudu.



### 3.2 Stávající stav

Stav povrchu vozovky na hlavní pozemní komunikaci se jeví jako vyhovující a odpovídá dopravní zátěži. Naopak na vedlejších komunikacích jsou v oblasti křižovatek místa, kde došlo k postupné úpravě povrchu vozovky. Tím došlo k fyzickému i optickému zhoršení vozovky a k narušení vodorovného dopravního značení. Části zpevněné i nezpevněné krajnice jsou v mnoha místech velmi poškozené.

Trojúhelníkový dělicí ostrůvek na první křižovatce, zobrazený na Obrázku 4, dosahuje poměrně velkých rozměrů. Jeho plošná výměra činí přibližně 360 m<sup>2</sup>. Pro lepší viditelnost je ostrůvek tvořen vegetačním porostem a mimo jiné slouží pro umístění svislé dopravní značky č. B 21a „Zákaz předjíždění“ ve směru z Brna do Hodonína. Kolem ostrůvku jsou silniční obrubníky, které jsou ale zarostlé vegetací, a tudíž velice špatně viditelné. Vedlejší komunikace je ze stran dopravního ostrůvku rozšířená, aby umožnila průjezd vozidlům v obou směrech.



*Obrázek 4: Stávající stav křižovatky č. 1*

Trojúhelníkový dělicí ostrůvek na druhé křižovatce, zobrazený na Obrázku 5, je výrazně menších rozměrů než ostrůvek na křižovatce č. 1. Jeho plošná výměra je přibližně 35 m<sup>2</sup>. Ostrůvek je tvořen vegetačním porostem a je lemován silničními obrubníky. Stejně jako v předchozím případě je vedlejší komunikace z každé strany dopravního ostrůvku rozšířená pro bezpečný průjezd vozidel v obou směrech. Na obou dopravních ostrůvcích jsou umístěné směrové sloupky č. Z 11a a č. Z 11b.



*Obrázek 5: Stávající stav křižovatky č. 2*

Autobusová zastávka ve směru na Brno je na hlavní pozemní komunikaci umístěna vpravo ve směru jízdy bez fyzického oddělení mimo jízdní pruh. Vzniká tak tzv. zálivová zastávka. Začátek zálivu začíná přibližně 16 m od mostního objektu. V těchto místech vjíždějí zemědělské stroje na ornou půdu, což vykazuje značné znečištění zastávkového zálivu. Zastávka je tvořena nástupištěm pro cestující o délce 19 m, které je ve velmi zanedbaném stavu. Na konci zastávky je společně se značkou č. IJ 4b připevněnou na sloupku označníku umístěn také přístřešek pro cestující. Jedná se o jednoduchou konstrukci, která je doplněna o jednu malou lavičku k sezení a odpadkový koš.

Autobusová zastávka ve směru na Hodonín je na hlavní pozemní komunikaci rovněž umístěna vpravo ve směru jízdy mimo jízdní pruh a vytváří tak zálivovou zastávku fyzicky neoddělenou od průběžného jízdního pruhu. Záliv začíná bezprostředně za první křižovatkou a končí začátkem mostního objektu. Zastávka je tvořena nástupištěm pro cestující o délce 19 m, který je taktéž v zanedbaném stavu. Na konci zastávky se nachází pouze značka č. IJ 4b umístěná na sloupku označníku.

Jak již bylo zmíněno dříve, v úseku mezi křižovatkami se nachází mostní objekt. Jedná se o jednoduchý železobetonový deskový most se světlostí 21 m. Nosná konstrukce je na opěrách uložena prostřednictvím válcových ocelových ložisek. Nosná konstrukce i ložiska mostního objektu jsou značně poškozena a byla by vhodná jejich rekonstrukce. Nicméně, tato problematika není předmětem řešení mé bakalářské práce.

Fotky stávajícího stavu vozovky, autobusových zastávek a mostního objektu jsou poskytnuty v Příloze 12 – Fotodokumentace stávajícího stavu řešených křižovatek. Stávající stav byl zakreslen a je k dispozici v Příloze 2.

### **3.3 Dopravní značení**

#### **3.3.1 Vodorovné dopravní značení**

Jak již bylo řečeno v kapitole 3.2 Stávající stav, v minulosti došlo k úpravě povrchu vozovky a tím i k narušení vodorovného dopravního značení (dále jen „VDZ“). Tato změna se projevila zejména na vedlejších pozemních komunikacích v oblasti řešených křižovatek. V některých místech VDZ úplně chybí nebo je velmi slabě zřetelné. Na hlavní pozemní komunikaci je VDZ v zachovalém stavu. Pro bližší přehled viz Obrázek 4 a Obrázek 5.

#### **3.3.2 Svislé dopravní značení**

V obou případech se jedná o úrovně stykové křižovatky, kde přednost v jízdě je dána svislým dopravním značením (dále jen „SDZ“). Tyto značky jsou umístěné vždy při pravém okraji vozovky ve směru jízdy.

Pro označení hlavní pozemní komunikace slouží značka č. P 1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ s dodatkovou tabulkou č. E 2b „Tvar křižovatky“ (viz Obrázek 6).

V oblasti řešených křižovatek se tyto značky objevují celkem na čtyřech místech:

- ve směru na Hodonín 205 metrů před hranicí první křižovatky,
- ve směru na Hodonín mezi první křižovatkou a začátkem autobusového zálivu,
- ve směru na Brno 220 metrů před hranicí druhé křižovatky,
- ve směru na Brno mezi druhou křižovatkou a začátkem mostního objektu.



*Obrázek 6: Ukázka svislého dopravního značení na hlavní a vedlejší pozemní komunikaci*

Vedlejší pozemní komunikace jsou opatřeny svislým dopravním značením č. P 3 „Konec hlavní pozemní komunikace“ vzdálené od hranice jednotlivých křižovatek 135 metrů. Ve vzdálenosti 25 metrů jsou od stejné hranice umístěny značky č. P 4 „Dej přednost v jízdě“ s dodatkovými tabulkami E 2b „Tvar křižovatky (viz Obrázek 6).

Autobusové zastávky na hlavní pozemní komunikaci jsou vždy ve směru jízdy označeny značkou č. IJ 4b „Zastávka“, která je na sloupku označníku umístěna společně s tabulkami s dopravními informacemi, obsahujícími název zastávky „Měnin, rozcestí“, čísla linek, tarifní zóny a jízdní řády.

Poblíž křižovatek a v úseku mezi nimi se nacházejí také informativní směrové značky, které uvádí směr a číslo silnice, případně i vzdálenost k jednomu nebo ke dvěma cílům.

Křižovatkou vede cyklistická trasa, na kterou upozorňují značky č. IS 20 „Návěst před křižovatkou pro cyklisty“ a č. IS 21a „Směrová tabulka pro cyklisty“.

O jakou silnici se jedná, to je dáno značkou č. IS 16d „Silnice II. třídy“.

Veškeré SDZ související s řešenými křižovatkami jsou v dobrém stavu.



## 4. DOPRAVNÍ PRŮZKUM

### 4.1 Popis účelu měření

Na obou řešených křižovatkách byl dopravní průzkum proveden v běžný pracovní den, a sice ve čtvrtek 3.11. 2016 v odpoledních hodinách od 14:00 do 17:00 hodin. Celková délka měření byla tedy 3 hodiny. Počasí během dopravního průzkumu bylo chladné a teplota vzduchu se pohybovala okolo 10°C.

Hlavní podstatou dopravního průzkumu bylo měření intenzity dopravy ve všech směrech. Měření probíhalo na obou křižovatkách ve stejnou dobu na dvou stanovištích. Ručním způsobem pomocí čárkovací metody jsem zaznamenávala dopravu vždy po 15 minutách na předem připravený sčítací arch a každé projeté vozidlo jsem zařadila do příslušné kategorie. V důsledku vysoké intenzity dopravy bylo zapotřebí obě křižovatky v době průzkumu natáčet na snímací přístroje (videokamery) a poté dokončit měření intenzity dopravy z natočených záznamů.

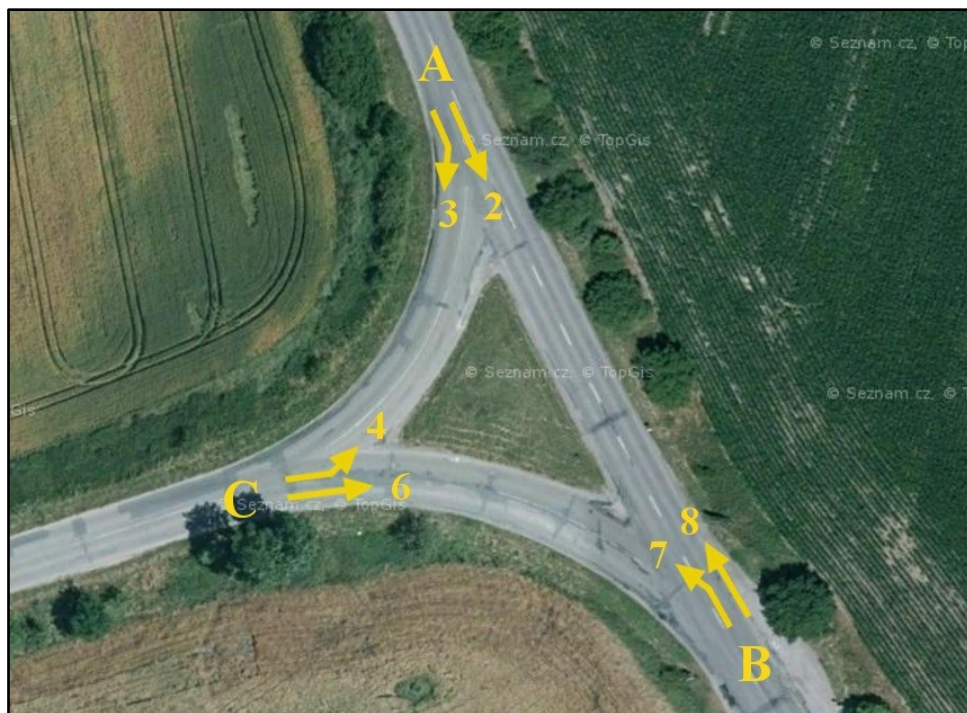
Stanoviště, ze kterých byl dopravní průzkum proveden, jsou znázorněna na Obrázku 7.



*Obrázek 7: Měřící stanoviště dopravního průzkumu*

V den měření neprobíhaly v okolí křižovatek žádné stavební nebo jiné práce, které by měly vliv na intenzitu dopravy.

Jednotlivé paprsky křižovatky jsem označila písmeny A, B a C. Paprsky A a B znázorňují dopravní proudy hlavní pozemní komunikace a paprsek C zahrnuje dopravní proudy vedlejší pozemní komunikace. Značení paprsků křižovatky a k nim příslušné číslování dopravních proudů je zobrazeno na Obrázku 8.



*Obrázek 8: Křižovatka č. 1 - značení paprsků a dopravních proudů*

Pro druhou křižovatku byl použit stejný princip značení paprsků a číslování dopravních proudů jako u křižovatky č. 1.

Obrázek 8 slouží pouze pro přehled značení paprsků křižovatky a dopravních proudů. Jedná se o letecký snímek, který není aktuální, a tudíž nezachycuje stávající stav vodorovného dopravního značení.

## 4.2 Tabulky intenzit dopravních proudů křižovatek

### 4.2.1 Křižovatka č. 1

Pomocí zaznamenaných hodnot ze sčítacích archů jsem vytvořila přehlednou tabulku s intenzitou dopravy naměřenou vždy po 15 minutách (viz Tabulka 1). Na základě této tabulky jsem zjistila špičkovou hodinu, která v případě první křižovatky vyšla od 15:30 do 16:30 hodin.

*Tabulka 1: Intenzita dopravy v době průzkumu na křižovatce č. 1*

Typ vozidla	Intenzita dopravy [voz/15min]												Vozidel celkem [voz/3h]
	14:00 - 14:15	14:15 - 14:30	14:30 - 14:45	14:45 - 15:00	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00	16:00 - 16:15	16:15 - 16:30	16:30 - 16:45	16:45 - 17:00	
osobní vozidla	109	147	162	129	178	180	176	187	170	215	173	175	2001
nákladní vozidla	37	26	42	29	28	32	33	35	34	36	22	25	379
nákladní soupravy	2	7	8	6	1	5	7	9	3	1	5	6	60
autobusy	3	6	4	3	2	4	4	3	2	4	3	3	41
motocykly	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4
cyklisti	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3
<b>Součet</b>	<b>151</b>	<b>186</b>	<b>218</b>	<b>167</b>	<b>210</b>	<b>222</b>	<b>220</b>	<b>234</b>	<b>210</b>	<b>257</b>	<b>204</b>	<b>209</b>	<b>2488</b>
Suma po 1 hod:	722												
	781												
	817												
	819												
	886												
	886												
	Špičková hodina: 921												
	905												
	880												

Pro výslednou špičkovou hodinu, během které křižovatkou projelo 921 vozidel, jsem zpracovala zvlášť Tabulku 2, která znázorňuje hodinovou intenzitu dopravních proudů. Tabulka 2 je doplněna o výpočet přepočtených vozidel.

*Tabulka 2: Intenzita dopravy pro špičkovou hodinu na křižovatce č. 1*

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Osobní vozidla [voz/h]	Nákladní vozidla [voz/h]	Nákladní soupravy [voz/h]	Autobusy [voz/h]	Motocykly [voz/h]	Cyklisti [voz/h]	Vozidel celkem [voz/h]	Zohledněná skladba [pvoz/h]
<b>A hlavní</b>	2	370	35	6	6	1	0	418	-
	3	78	20	2	0	0	0	100	-
<b>C vedlejší</b>	4	50	17	2	0	0	0	69	80
	6	74	18	2	0	0	0	94	103
<b>B hlavní</b>	7	42	16	3	1	0	1	63	72
	8	134	32	5	6	0	0	177	-
<b>suma</b>		<b>748</b>	<b>138</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>921</b>	<b>-</b>

Přepočtové koeficienty, potřebné pro zohlednění skladby podřadných proudů, uvádí Tabulka 3 stanovená podle TP 188 [12].

*Tabulka 3: Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu*

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla <sup>a)</sup>	Nákladní vozidla, autobusy <sup>b)</sup>	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti.					
b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy.					

#### 4.2.2 Křižovatka č. 2

Stejně jako v případě první křižovatky jsem i pro křižovatku č. 2 vytvořila tabulku s intenzitou dopravy naměřenou po 15 minutách (viz Tabulka 4). Špičková hodina vyšla rovněž od 15:30 do 16:30 hodin, kdy křižovatkou projelo 756 vozidel.

*Tabulka 4: Intenzita dopravy v době průzkumu na křižovatce č. 2*

Typ vozidla	Intenzita dopravy [voz/15min]												Vozidel celkem [voz/3h]
	14:00 - 14:15	14:15 - 14:30	14:30 - 14:45	14:45 - 15:00	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00	16:00 - 16:15	16:15 - 16:30	16:30 - 16:45	16:45 - 17:00	
osobní vozidla	93	127	136	102	151	149	142	156	148	177	144	136	1661
nákladní vozidla	32	19	33	16	23	25	22	24	26	29	20	19	288
nákladní soupravy	0	6	7	4	1	3	6	7	3	1	4	4	46
autobusy	3	6	4	3	2	4	4	3	2	4	3	3	41
motocykly	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
cyklisti	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3
<b>Součet</b>	<b>128</b>	<b>158</b>	<b>181</b>	<b>125</b>	<b>178</b>	<b>181</b>	<b>174</b>	<b>190</b>	<b>180</b>	<b>212</b>	<b>172</b>	<b>162</b>	<b>2041</b>
Suma po 1 hod:	592												
	642												
	665												
	658												
	723												
	725												
Špičková hodina:	756												
	754												
	726												



Intenzita dopravy během špičkové hodiny, odpovídající jednotlivým dopravním proudům, byla zanesena do Tabulky 5. Ta je opět doplněna o výpočet přepočtených vozidel.

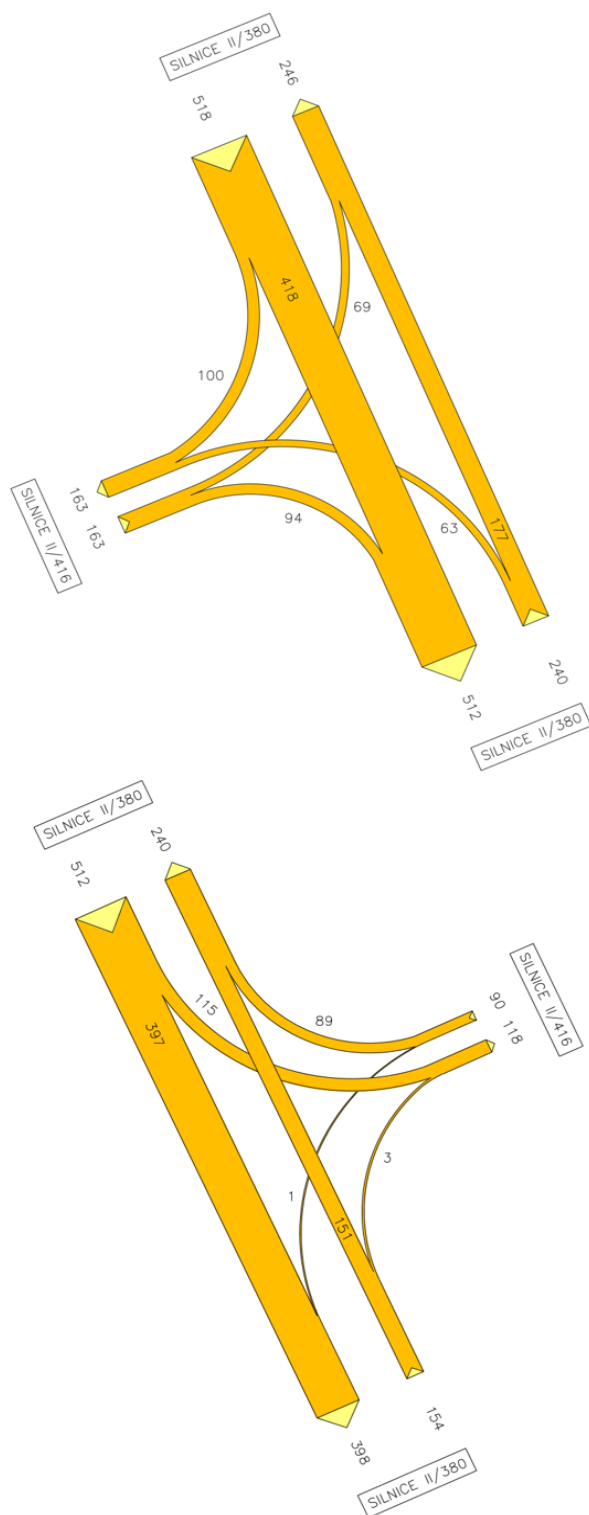
*Tabulka 5: Intenzita dopravy pro špičkovou hodinu na křižovatce č. 2*

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Osobní vozidla [voz/h]	Nákladní vozidla [voz/h]	Nákladní soupravy [voz/h]	Autobusy [voz/h]	Motocykly [voz/h]	Cyklisti [voz/h]	Vozidel celkem [voz/h]	Zohledněná skladba [pvoz/h]
<b>A hlavní</b>	2	112	29	5	5	0	0	151	-
	3	2	0	1	0	0	0	3	-
<b>C vedlejší</b>	4	1	0	0	0	0	0	1	1
	6	64	19	3	2	0	1	89	100
<b>B hlavní</b>	7	93	20	1	1	0	0	115	127
	8	351	33	7	5	1	0	397	-
<b>suma</b>		<b>623</b>	<b>101</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>756</b>	-

Pro křižovatku č. 1 i křižovatku č. 2 jsou v Příloze 13 – Vyhodnocení dopravního průzkumu k dispozici veškeré doplňující tabulky. Ty obsahují hodnoty hodinové intenzity dopravních proudů v době od 14:00 do 15:00 hodin, od 15:00 do 16:00 hodin a od 16:00 do 17:00 hodin.

### 4.3 Pentlogramy křižovatek

Na základě intenzity dopravy během špičkové hodiny od 15:30 do 16:30 byly pro křižovatky vytvořeny dva pentlogramy, které slouží jako grafické znázornění dopravního zatížení (viz Obrázek 9). Nejzatíženější dopravní proud je ve směru z Brna do Hodonína.



Obrázek 9: Pentlogram křižovatky č. 1 (nahore) a křižovatky č. 2 (dole)

## 4.4 Vyhodnocení dopravního průzkumu

Vzhledem k tomu, že výpočty pro dvě křižovatky jsou poměrně rozsáhlé, v této kapitole uvedu pouze ty nejdůležitější výsledné hodnoty a tabulky. Podrobný postup výpočtu všech hodnot včetně potřebných tabulek jsem uvedla v Příloze 13 – Vyhodnocení dopravního průzkumu.

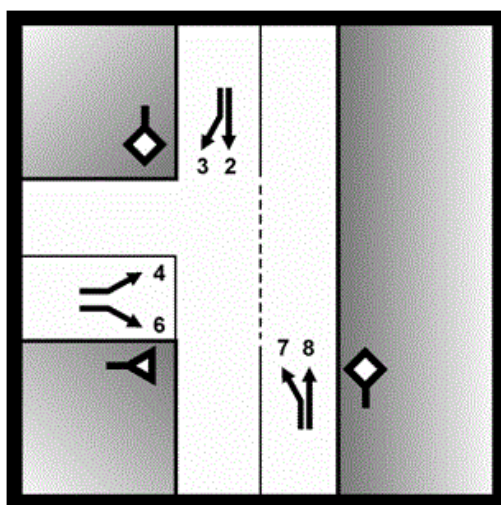
### 4.4.1 Posouzení kapacity křižovatek

Pro neřízené stykové křižovatky jsem provedla posouzení kvality dopravy určením následujících hodnot dle TP 188 [12]:

- kapacity a rezervy kapacity jednotlivých vjezdů,
- délky front,
- střední doby zdržení,
- úroveň kvality dopravy pro jednotlivé dopravní proudy,
- úroveň kvality dopravy na hlavní a na vedlejší komunikaci.

Vstupní hodnoty:

- Rychlost na hlavní komunikaci je 90 km/h.
- Přednost v jízdě je na vedlejší komunikaci dána svislou dopravní značkou č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“.
- Zohlednění skladby pomocí přepočtových koeficientů z Tabulky 3.



Obrázek 10: Sjedené číslování dopravních proudů na neřízené stykové křižovatce [Zdroj: TP 188 [12], upraveno]

Při posuzování kapacity křižovatek jsem se řídila číslováním dopravních proudů dle Obrázku 8 a Obrázku 10.

Pro obě křižovatky jsem výpočet provedla pro vybranou špičkovou hodinu (viz kapitola 4.2), která byla na základě dopravního průzkumu stanovena od 15:30 do 16:30 hodin.

Na základě výpočtů, uvedených v Příloze 13, lze podle Tabulky 6 usoudit, že všechny jízdní pruhy křižovatky č. 1 mají dostatečnou rezervu kapacity. Nejmenší rezerva kapacity jízdního pruhu vychází přibližně 75 % pro dopravní proud číslo 4 (odbočení vlevo z vedlejší pozemní komunikace). Výsledné délky front jsou hodnoty minimální. Délka fronty u jízdního pruhu číslo 4 odpovídá přibližně jednomu vozidlu.

*Tabulka 6: Rezerva kapacity, ÚKD a délka fronty pro křižovatku č. 1*

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Rezerva kapacity [%]	Úroveň kvality dopravy [-]	Délka fronty [m]
A hlavní	2	76,78	A	–
	3	94,44	A	–
C vedlejší	4	75,04	B	6,0
	6	83,77	A	3,9
B hlavní	7	90,75	A	1,9
	8	90,17	A	–

Pro křižovatku č. 2 je podle Tabulky 7 zřejmé, že všechny jízdní pruhy mají dostatečnou rezervu kapacity. Nejmenší rezerva kapacity jízdního pruhu vychází přibližně 78 % pro dopravní proud číslo 8 (přímý proud na hlavní pozemní komunikaci). Výsledné délky front jsou hodnoty minimální.

*Tabulka 7: Rezerva kapacity, ÚKD a délka fronty pro křižovatku č. 2*

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Rezerva kapacity [%]	Úroveň kvality dopravy [-]	Délka fronty [m]
A hlavní	2	91,61	A	–
	3	99,83	A	–
C vedlejší	4	99,70	B	0,0
	6	89,51	A	2,1
B hlavní	7	89,12	A	2,1
	8	77,94	A	–

Podle TP 188 [12] lze stupně úrovně kvality dopravy (dále jen „ÚKD“) charakterizovat následovně:

stupeň A – doba zdržení je velmi malá,  $t_w \leq 10$  s

stupeň B – zdržení je ještě bez front,  $t_w \leq 20$  s

Pro obě křižovatky platí, že na hlavní komunikaci vychází stupeň úrovně kvality dopravy pro dopravní proudy č. 2, 3, 7 a 8 na stupni A. Naopak na vedlejší komunikaci pro dopravní proudy 4 a 6 vychází stupeň úrovně kvality dopravy v tom horším případě na stupni B. Z toho plyne, že křižovatky spadají z hlediska ÚKD pod stupeň B, kdy doba zdržení je ještě bez front.

Vzhledem k tomu, že se podle ČSN 73 6102 [2] na silnicích II. třídy požaduje stupeň úrovně kvality dopravy na stupni D, obě křižovatky jsou z hlediska ÚKD vyhovující.

Ve skutečnosti se fronty vozidel v době průzkumu tvořily jen výjimečně, přičemž nejvíce jich vzniklo během špičkové hodiny v čase od 15:30 do 16:30 hodin. Na první křižovatce se vyskytovaly fronty vozidel při odbočení z hlavní komunikace na vedlejší komunikaci (z ramena B do ramena C dle Obrázku 8). Nejdelší fronta se tak vytvořila v době mezi 15:30 a 15:45 a tvořily ji celkem dva osobní automobily a jedna nákladní souprava. Dále se fronta vytvořila v čase od 15:45 do 16:00 a tvořila ji vozidla, která se připojovala z vedlejší komunikace na hlavní komunikaci (z ramena C do A a z ramena C do B). Frontu tvořila vždy maximálně 4 vozidla.

Na druhé křižovatce se kolona stojících vozidel vytvořila v čase od 15:30 do 15:45. Frontu tvořilo celkem 7 vozidel. Příčinou byly dvě osobní vozidla odbočující z hlavní komunikace na vedlejší komunikaci (z ramene B do ramene C), kdy odbočení bránila vozidla jedoucí po hlavní komunikaci v protisměru. Podobná situace nastala v době od 16:15 do 16:30, kdy frontu tvořila 4 vozidla.

#### 4.4.2 Stanovení ročního průměru denních intenzit

Ke stanovení ročního průměru denních intenzit (dále jen „RPDI“) jsem postupovala podle zásad, které jsou uvedené v TP 189 [13].

Pro výpočet RPDI je zapotřebí přepočítat intenzitu dopravy získanou v době průzkumu za pomoci přepočtových koeficientů, které zohledňují denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy. Celková intenzita dopravy v době dopravního průzkumu odpovídá pro první křižovatku hodnotě 2 488 voz/3h a pro druhou křižovatku hodnotě 2041 voz/3h (viz Tabulka 1 a Tabulka 4). Přepočtové koeficienty jsou stanoveny zvlášť pro skupiny vozidel, charakter provozu na komunikaci a období roku, ve kterém daný dopravní průzkum proběhl.

Dle TP 189 [13] jsou stanoveny tyto skupiny vozidel: M – motocykly, O – osobní automobily, N – nákladní automobily, A – autobusy, K – nákladní soupravy a S – vozidla celkem.

Pro určení charakteru provozu na komunikaci je nutné znát její kategorii a třídu. Pro silnici II. třídy je charakter provozu stanoven skupiny II. Silnice II. třídy se ještě dále dělí do skupin podle rekreační dopravy. Protože jsou komunikace v rámci řešených křižovatek využívány jak pro pravidelné cesty v pracovní dny, tak pro cesty víkendové, charakter provozu je popsán jako S – smíšený. Celkové označení charakteru provozu pro silnici II. třídy je II-S.

Dopravní průzkum byl proveden v měsíci listopadu, proto je období roku bráno jako podzimní.

##### ***Přepočet na denní intenzitu dopravy***

Na základě výpočtů podle Přílohy 13 byla vytvořena výsledná Tabulka 8, zahrnující hodnoty denních intenzit dopravy pro jednotlivé druhy vozidel.

*Tabulka 8: Denní intenzita dopravy [voz/den]*

<b>Druh vozidla</b>	<b>Křižovatka č. 1</b>	<b>Křižovatka č. 2</b>
Osobní automobil	8 224	6 827
Motocykly	14	7
Nákladní automobily	1 944	1 477
Autobusy	197	197
Nákladní soupravy	320	245

### ***Přepočet na týdenní průměr denních intenzit dopravy***

Na základě výpočtů podle Přílohy 13 byla vytvořena výsledná Tabulka 9, zahrnující hodnoty týdenních průměrů denních intenzit dopravy pro jednotlivé druhy vozidel.

*Tabulka 9: Týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den]*

<b>Druh vozidla</b>	<b>Křižovatka č. 1</b>	<b>Křižovatka č. 2</b>
Osobní automobil	7 895	6 554
Motocykly	15	7
Nákladní automobily	1 536	1 167
Autobusy	165	165
Nákladní soupravy	250	191

### ***Přepočet na roční průměr denních intenzit dopravy***

Na základě výpočtů podle Přílohy 13 byla vytvořena výsledná Tabulka 10, zahrnující výsledné hodnoty ročních průměrů denních intenzit dopravy.

*Tabulka 10: Roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]*

<b>Křižovatka</b>	<b>Roční průměr denních intenzit</b>
Křižovatka č. 1	10 262
Křižovatka č. 2	8 406

#### **4.4.3 Stanovení intenzity cyklistické dopravy**

U cyklistické dopravy rozlišujeme charakter dopravy dopravní, rekreačně turistický, smíšený a pěší dopravu. V případě řešených křižovatek můžeme zdejší cyklistickou dopravu zařadit mezi dopravu dopravní, kdy jízda na kole je přepravou k cíli.

Na základě výpočtů podle Přílohy 13 byla zjištěna denní intenzita cyklistické dopravy pro obě řešené křižovatky 11 cykl/den.

#### 4.4.4 Prognóza intenzity automobilové dopravy

Aby bylo možné stanovit hodnotu výhledové intenzity dopravy pro rok 2038, je zapotřebí postupovat dle postupů uvedených v TP 225 Prognóza intenzity automobilové dopravy (II. vydání) [14].

Pro výpočty pomocí metody jednotného součinitele růstu se počítá s výchozí intenzitou dopravy. Tu jsem pro jednotlivé křižovatky stanovila jako RPDI.

Rozeznávají se následující dvě základní skupiny vozidel: L – lehká a T – těžká. Lehká vozidla se skládají z motocyklů a osobních automobilů a pod těžká vozidla spadají nákladní automobily, autobusy a nákladní soupravy.

Pro určení hodnoty koeficientu vývoje intenzity dopravy je nutné stanovit typ komunikace. Pro silnici II. a III. třídy platí typ komunikace II+III.

Výsledná hodnota výhledové intenzity dopravy se v roce 2038 bude pohybovat na první křižovatce kolem 13 967 voz/den a na druhé křižovatce okolo 11 437 voz/den. Rozdíl mezi výchozí intenzitou dopravy a výhledovou intenzitou dopravy je 3 000 – 3700 voz/den.

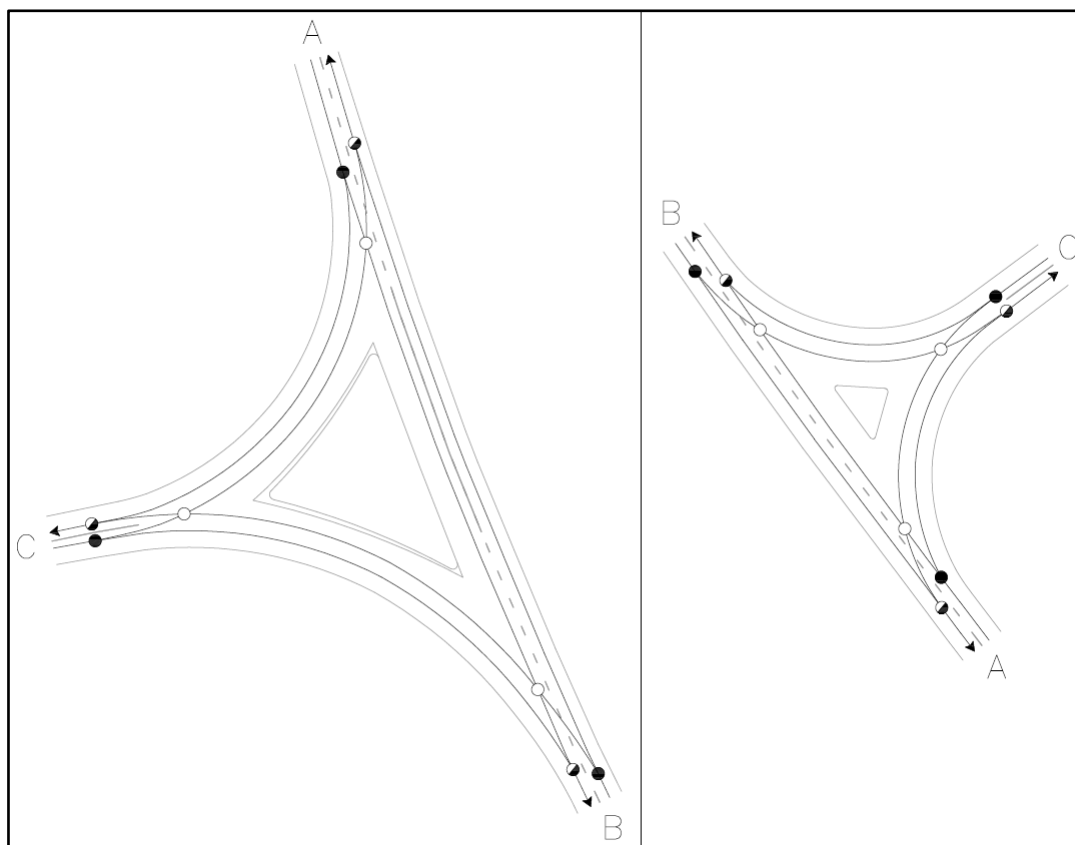
## 5. DOPRAVNÍ NEHODOVOST

Pro zjištění nehodovosti na řešených křižovatkách jsem použila webovou stránku geografického informačního systému Ministerstva dopravy s názvem Jednotná dopravní vektorová mapa [20]. Ve spolupráci s Policií ČR se na tomto informačním systému aktualizují data o nehodách v silničním provozu. V současné době jsou v databázi Jednotné dopravní vektorové mapy (dále jen „JDVM“) údaje o nehodách za období od 1.1. 2007 do 31.1. 2017.

Výhodou databáze JDVM je, že o každé dopravní nehodě lze zjistit spoustu důležitých informací. Těmi jsou například příčiny nehody, následky nehody, o jaké vozidlo se jednalo, kdo byl viníkem nehody nebo o jaký druh nehody šlo.

Na stykové úroňové křižovatce se obecně vyskytuje 9 kolizních bodů. Stejně tak je tomu v mém případě, kde na obou řešených křižovatkách jsou celkem 3 odpojně, 3 přípojně a 3 křížné kolizní body (viz Obrázek 11).





Obrázek 11: Kolizní body na křižovatce č. 1 (vlevo) a na křižovatce č. 2 (vpravo)

Vysvětlení k Obrázku 11:

- odpojný kolizní bod
- ◐ přípojný kolizní bod
- křížný kolizní bod

Na Obrázku 12 jsou červeně znázorněny dopravní nehody. Celkem se na řešených křižovatkách od roku 2007 stalo 29 nehod, z toho 5 se stalo na autobusových zastávkách, 14 na první křižovatce a 10 na křižovatce druhé.



*Obrázek 12: Znázornění nehod na řešených křižovatkách*

Po prozkoumání všech dopravních nehod jsem zjistila, že nejvíce se jich stalo během roku 2008, kdy bylo zaznamenáno celkem 6 nehod. Nejméně jich bylo evidováno v letech 2011, 2012 a 2016, kdy se během jednoho roku stala pouze 1 dopravní nehoda. Podle JDVM za rok 2017 zatím není evidována žádná dopravní nehoda.

Ve většině případů se jednalo o srážku s jedoucím nekolejovým vozidlem jako je například osobní automobil nebo nákladní automobil. Pouze v ojedinělých případech se jednalo o havárii autobusu nebo srážku osobního automobilu s jízdním kolem či lesní zvěří. U dvou dopravních nehod bylo u řidiče prokázáno, že byl pod vlivem léků, nebo že byl natolik unaven, že se plně nevěnoval řízení vozidla. V ostatních situacích se nehoda stala nedodržením dopravního značení č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“, nepřizpůsobením rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, déšť, bláto apod.) nebo dopravně technickému stavu vozovky (zatačka, klesání, stoupání, šířka apod.), nedodržením bezpečné vzdálenosti za vozidlem nebo jízdou po nesprávné straně vozovky. U žádné ze zaznamenaných nehod nebyl usmrcen člověk, ale došlo k lehkým, případně těžkým zraněním. Největší způsobená škoda se pohybovala v hodnotě 350 000,- Kč.

## **6. VYHODNOCENÍ KONFLIKTNÍCH SITUACÍ**

V této kapitole se budu zabývat konfliktními situacemi, ke kterým došlo na řešených křižovatkách v průběhu mého dopravního průzkumu. Obě křižovatky byly v době průzkumu natáčeny na snímací přístroje (videokamery). Pořízené videozáznamy byly použity jak k zaznamenání intenzity dopravy (viz kapitola 4.1), tak pro vyhodnocení vzniklých konfliktních situací.

### **6.1 Konfliktní situace**

Obecně je konfliktní situace takový okamžik v silničním provozu, kdy vznikne nebo může vzniknout pro některé účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Lze tedy říci, že každá dopravní nehoda vznikne na základě takové konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu odvrátit.

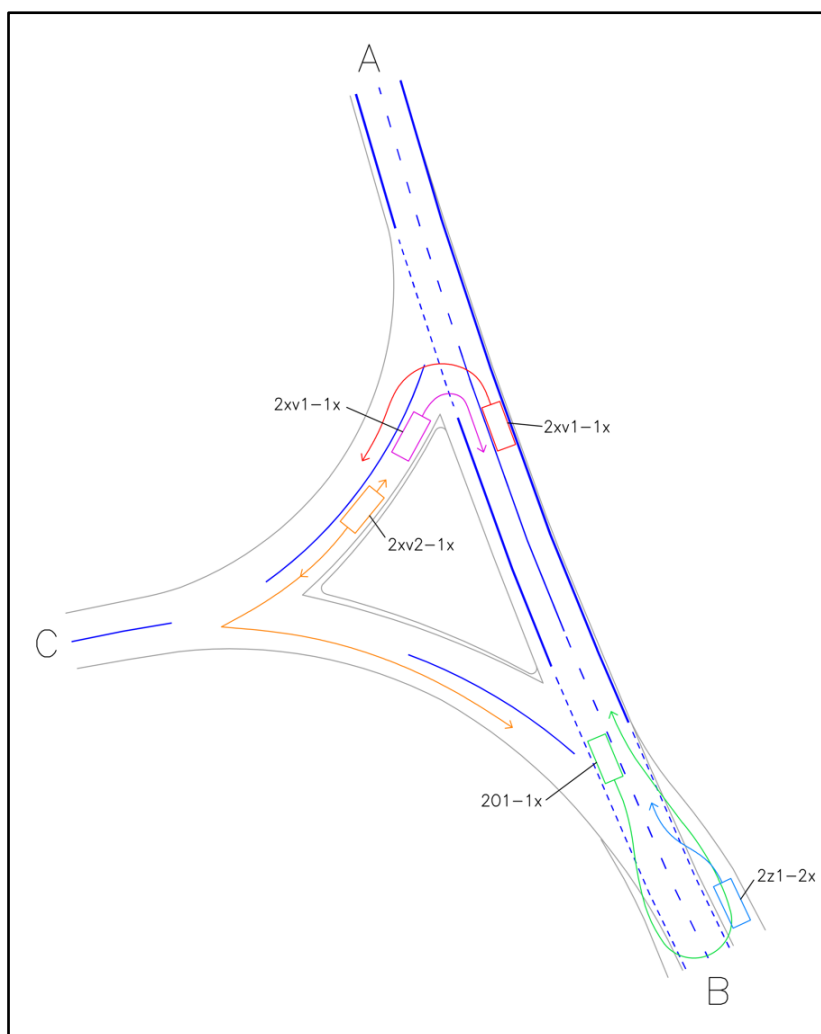
### **6.2 Videoanalýza konfliktních situací**

Během dopravního průzkumu v odpoledních hodinách v čase od 14:00 do 17:00 jsem s pomocí videozáznamů zaznamenala celkem 29 konfliktních situací, z toho 6 proběhlo na první křižovatce a zbylých 23 situací vzniklo na křižovatce druhé.

Pozorované konfliktní situace lze popsat trojmístným klasifikačním symbolem, který je složen z číslice, písmen/e a číslice. Prvním znakem je číslo, které určuje účastníky konfliktu. Druhým znakem je písmeno (může být použito i více písmen), kterým je popsán způsob konfliktu. Třetím znakem je opět číslice, kterou se označuje závažnost konfliktu.

Grafické vyhodnocení vzniklých konfliktních situací pro obě křižovatky je zakresleno na Obrázku 13 a Obrázku 14. Označení a důvody vzniku konfliktních situací uvádí Tabulka 11 a Tabulka 12.

Z Obrázku 13, který platí pro první křižovatku, je zřejmé, že z důvodu chybějících příkazových značek skupiny C na dopravním ostrůvku vznikly hned tři konfliktní situace. První je označena červenou barvou, kdy řidič osobního vozidla jedoucí z ramena B do ramena C chybně objíždí dopravní ostrůvek po jeho levé straně. Druhá a zároveň podobná situace je označena fialovou barvou, kdy řidič osobního vozidla jedoucí z ramena C do ramena B chybně objíždí dopravní ostrůvek po jeho pravé straně. Třetí situace je označena oranžovou barvou, kdy řidič osobního vozidla jedoucí z ramena C do ramena B špatně odbočil a pro přejetí do správného směru začal couvat. Mezi tím se před křižovatkou na rameni C vytvořila krátká fronta vozidel. Zelenou barvou je označena situace, kdy se osobní vozidlo, přijíždějící po hlavní komunikaci (z A do B), otočilo v místě autobusových zastávek a pokračovalo v jízdě opačným směrem. Světle modrou barvou je označena situace, kdy řidiči osobního vozidla a nákladního automobilu zastavili na autobusové zastávce a zůstali tak stát po dobu zhruba 5 minut.

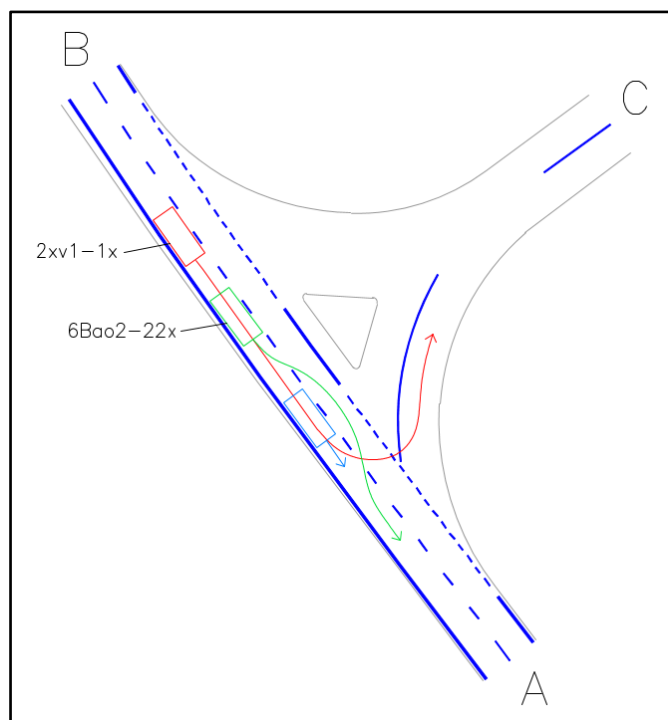


Obrázek 13: Schéma konfliktních situací křižovatky č. 1

Tabulka 11: Druhy konfliktních situací křižovatky č. 1

Důvod vzniku konfliktní situace	Účastníci konfliktu	Způsob konfliktu	Stupeň závažnosti konfliktu	Klasifikační symbol	Četnost
Absence svislého dopravního značení v podobě příkazových značek na dopravním ostrůvku	2	xv	1.	2xv1	1
		xv	1.	2xv1	1
		xv	2.	2xv2	1
Změna směru jízdy prostřednictvím protilehlých autobusových zastávek	2	O	1.	2O1	1
Zastavení osobního automobilu v prostoru autobusové zastávky	2	z	1.	2z1	2

Z Obrázku 14, který platí pro druhou křižovatku, je zřejmé, že i zde z důvodu chybějících příkazových značek na dopravním ostrůvku nastala konfliktní situace. Červenou barvou je proto označena situace, kdy řidič osobního vozidla jedoucí z ramena B do ramena C chybně objíždí dopravní ostrůvek po jeho levé straně. Z důvodu chybného vodorovného dopravního značení č. V 2a „Podélná čára přerušovaná“ nastalo hned několik situací, kdy osobní vozidla (označena zelenou barvou), jedoucí z ramena B do ramena A, předjížděla pomaleji jedoucí vozidla (označena světle modrou barvou).



Obrázek 14: Schéma konfliktních situací křižovatky č. 2

Tabulka 12: Druhy konfliktních situací křižovatky č. 2

Důvod vzniku konfliktní situace	Účastníci konfliktu	Způsob konfliktu	Stupeň závažnosti konfliktu	Klasifikační symbol	Četnost
Absence svislého dopravního značení v podobě příkazových značek na dopravním ostrůvku	2	xv	1.	2xv1	1
Chybné vodorovné dopravní značení	6	Bao	2.	6Bao2	22

Popis vzniklých konfliktních situací podle Tabulky 11 a Tabulky 12:

2	...	...	automobil
6	...	...	automobil x automobil
...	xv	...	ostatní (nezařazeno), zavinilo vozidlo
...	O	...	možnost střetu vlivem otáčení
...	z	...	porušení zákazu zastavení (stání), resp. chybné zastavení (stání)
...	Bao	...	možnost střetu s protijedoucím, agresivita, omezení (ohrožení) v jízdě
...	...	1	1. stupeň závažnosti, kdy nastává situace týkající se porušování dopravních předpisů v té chvíli osamoceným účastníkem silničního provozu (tzv. potenciální konfliktní situace bez reakce)
...	...	2	2. stupeň závažnosti, kdy nastává situace s jistým narušením plynulosti provozu s možnými následky, dochází například k váhání či agresivitě (konfliktní situace bez násilné reakce)

## 7. SOUHRN ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ ŘEŠENÝCH KŘÍŽOVATEK

Na základně dopravního průzkumu, dopravní nehodovosti a vyhodnocení konfliktních situací bylo zjištěno hned několik nedostatků, které ohrožují bezpečnost provozu a omezují plynulost na řešených křižovatkách.

Mezi nedostatky obou křižovatek patří chybějící vodorovné dopravní značení na vedlejších pozemních komunikacích a místy velice poškozená krajnice.

Při dopravním průzkumu na křižovatkách bylo zjištěno hned několik konfliktních situací. Za nejzávažnější lze považovat situace, které nastaly z důvodu chybějícího svislého dopravního značení v podobě příkazových značek skupiny C, které by měly být umístěny na dopravních ostrůvcích řešených křižovatek. Dále se jedná o situace, při kterých osobní vozidla předjížděla pomaleji jedoucí vozidla v místě druhé křižovatký.

Tvorba front stojících vozidel byla za dobu průzkumu velmi malá, přičemž nejvíce jich vzniklo během špičkové hodiny v čase od 15:30 do 16:30. Nejdelší fronta vozidel na první křižovatce se vytvořila při odbočování vozidel z vedlejší komunikace na hlavní komunikaci. Frontu tvořila vždy maximálně 4 vozidla. Na druhé křižovatce tvořilo nejdelší frontu celkem 7 vozidel, kdy příčinou byly dvě osobní vozidla odbočující z hlavní komunikace na vedlejší komunikaci.

I přesto, že je na silnici dovolená rychlost 90 km/h, ve většině případů ji řidiči na hlavní pozemní komunikaci překračovali a ohrožovali tak bezpečnost jak řidičů ostatních vozidel, tak cestujících a cyklistů.

## **8. NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ KŘÍŽOVATEK**

Hlavním cílem mé bakalářské práce je navrhnout celkem tři variantní řešení pro rekonstrukci dvojice křižovatek tak, aby bylo dosaženo potřebných opatření ke zvýšení plynulosti, bezpečnosti provozu na příslušných komunikacích a ochraně všech účastníků provozu. Navržení jednotlivých variant probíhalo v souladu zejména s ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích [2], TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích [7], TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích [5], TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích [6] a TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty [11].

Při návrhu varianty 1 se neuvažovalo s rozšířením hlavní komunikace. Ještě před rozsáhlejší rekonstrukcí obou křižovatek by tato varianta sloužila jako dočasné řešení pro zlepšení stávajícího stavu. Při návrzích variant 2 a 3 se uvažovalo s rozšířením hlavní komunikace. Vznikla tak nová návrhová kategorie S 9,5 s šířkou jízdních pruhů 3,50 m, vodícím proužkem 0,25 m, zpevněnou krajnicí 0,50 m a nezpevněnou krajnicí 0,50 m. Vedlejší komunikace zůstala v původní šířce 3,55 m pro zpevněnou část vozovky. Inženýrské sítě nebyly v rámci návrhů variant uvažovány.

### **8.1 VARIANTA 1**

#### **8.1.1 Popis varianty**

Jedná se o návrh ekonomické varianty, kdy pro její provedení není potřeba velkých stavebních úprav. V tomto případě se jedná pouze o úpravu dopravního značení v místech řešených křižovatek, rekonstrukci silničních obrubníků dopravních ostrůvků a obnovu obou autobusových nástupišť.

Při návrhu varianty 1 nedošlo k zasažení do žádného nového pozemku.

Kompletní návrh varianty 1 je k dispozici v Příloze 3.



### 8.1.2 Návrh varianty 1

#### **Svislé dopravní značení**

Všechny nové svislé dopravní značky jsou navrženy v souladu s TP 65 [5] a s Vyhláškou č. 294/2015 Sb. [15]. Umístění značek je takové, aby žádným způsobem nezasahovaly do vymezených částí dopravního prostoru, které jsou stanovené volnou šířkou pozemní komunikace. Vodorovná vzdálenost vnějšího okraje zpevněné části krajnice (případně vozovky) od bližšího okraje svislé značky nepřesahuje danou maximální vzdálenost 2,0 m, a tudíž jsou dle TP 65 [5] splněny požadavky pro boční umístění. Dále je dle stejných technických podmínek splněno i výškové umístění všech značek, kdy spodní okraj značky je od úrovně vozovky ve vzdálenosti minimálně 1,20 m a maximálně 2,70 m.

Z důvodu častého předjíždění motorových vozidel vlevo a porušování tak platnosti stávajících značek byla navržena následující opatření. Ve směru z Brna do Hodonína byla zrušena platnost zákazových značek č. B 21a „Zákaz předjíždění“, umístěných v místě první křižovatky. Ty byly nahrazeny stejnými SDZ, umístěnými 130 m před hranicí křižovatky č. 1 a v místě druhé křižovatky. Ze stejného důvodu byla použita SDZ č. B 21a i ve směru z Hodonína do Brna, která je ve vzdálenosti 130 m před hranicí druhé křižovatky.

Pro zajištění rozhledů dle ČSN 73 6102 [2] na obou křižovatkách bylo zapotřebí snížit návrhovou rychlost na hlavní komunikaci z 90 km/h na 70 km/h, což je zdůrazněno značkami č. B 20a - 70. Rozhledové poměry na první křižovatce pro navržené značky č. P 4 „Dej přednost v jízdě“ vyhověly, zatímco u křižovatky č. 2 bylo zapotřebí místo původní značky č. P 4 navrhnout značku č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ (ověření kritického místa viz Příloha 7). Značka č. P 6 společně s dodatkovou tabulkou č. E 2b je doplněna o předběžnou značku č. P 4 s dodatkovou tabulkou č. E 3b. Z důvodů velkého množství svislého dopravního značení a nedostatku místa, byly v úseku mezi křižovatkami odstraněny i původní značky č. P 1 a č. E 2b. Nahrazeny byly značkami č. P 1 dle Vyhlášky č. 294/2015 Sb. [15] a značkami č. B 20a – 70.

K ukončení platnosti všech zákazů a omezení na hlavní komunikaci byla osazena značka č. B 26 „Konec všech zákazů“.

Aby se zabránilo jistým konfliktním situacím, které jsou popsány v kapitole 6.2 Videoanalýza konfliktních situací, byly navrženy příkazové značky skupiny C, umístěné na dopravních ostrůvcích řešených křižovatek. Použity byly značky č. C 4c, č. C 4b a č. C 4a.

Svislé dopravní značení č. P 4 „Dej přednost v jízdě“ společně se značkou č. E 2b „Tvar křižovatky“ na vedlejší pozemní komunikaci křižovatky č. 1 bylo přesunuto o 20 m dál od křižovatky a platnost značky č. P 4 byla pro zdůraznění povinnosti dát přednost v jízdě zopakována před VDZ č. V 5 „Příčná čára souvislá“.

Seznam s označením, názvy a počtem nově použitého svislého dopravního značení obsahuje Tabulka 13.

*Tabulka 13: Druhy použitého svislého dopravního značení pro variantu 1*

OZNAČENÍ	NÁZEV ZNAČKY	POČET [ks]
B 20a - 70	Nejvyšší dovolená rychlost	6
B 21a	Zákaz předjíždění	3
B 26	Konec všech zákazů	2
C 4a	Příkazaný směr objíždění vpravo	2
C 4b	Příkazaný směr objíždění vlevo	2
C 4c	Příkazaný směr objíždění vpravo a vlevo	2
E 2b	Tvar křižovatky	2
E 3b	Vzdálenost	1
P 1	Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací	2
P 4	Děj přednost v jízdě	4
P 6	Stůj, dej přednost v jízdě!	1

Mimo výše uvedené zrušené nebo přesunuté značky bylo ostatní původní SDZ zachováno. Takovými značkami jsou veškeré směrové informativní značky skupiny IS, značky upravující přednost skupiny P s dodatkovými tabulkami skupiny E na hlavní i vedlejší komunikaci a označení zastávek značkou č. IJ 4b.

## Vodorovné dopravní značení

Pro správný návrh nového vodorovného dopravního značení pro tuto variantu jsem postupovala v souladu s TP 133 [6].

Nově provedeno, případně obnoveno, bylo dopravní značení na vedlejších komunikacích. Pro podpoření svislých dopravních značek č. B 21a „Zákaz předjíždění“ byly na hlavní komunikaci navrženy značky č. V 1a „Podélná čára souvislá“ a č. V 1b „Dvojitá podélná čára souvislá“, která v úseku mezi křižovatkami zdůrazňuje zákaz předjíždění. Seznam nově použitého vodorovného dopravního značení obsahuje Tabulka 14.

*Tabulka 14: Druhy použitého vodorovného dopravního značení pro variantu 1*

OZNAČENÍ	NÁZEV ZNAČKY	ROZMĚRY [m]		
		délka úsečky	délka mezery	šířka čáry
V 1a	Podélná čára souvislá	-	-	0,125
V 1b	Dvojitá podélná čára souv.	-	-	0,125
V 2a	Podélná čára přerušovaná	3,00	6,00	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	1,50	1,50	0,125
V 5	Příčná čára souvislá	-	-	0,5

## Rekonstrukce silničních obrubníků dopravních ostrůvků a nástupišť

Pro fyzické oddělení a usměrnění dopravních proudů slouží zejména zvýšené nesjízdné dopravní ostrůvky, které jsou lemované silničními obrubníky. Aby na účastníky provozu působily také psychologicky, musí být dobře viditelné. To není splněno u stávajících dopravních ostrůvků, jelikož obrubníky jsou porostlé vegetací. Proto navrhuji jejich rekonstrukci. Možným řešením by bylo použití silničních obrubníků H 25 od firmy CSBETON [20], které svým tvarem přispívají k bezpečnosti silničního provozu a jsou přímo určené pro tvorbu silničních obrubníků dopravních ostrůvků.

Nástupiště autobusových zastávek jsou rovněž prorostlé vegetací, a proto i zde by byla vhodná jejich rekonstrukce. Možným řešením by pro povrch nástupiště bylo použití nové dlažby, například zámkové od firmy BETON BROŽ [21]. Zastávkové obrubníky nástupních hran je možné realizovat z bezbariérových zastávkových obrubníků BZO [22], které se běžně používají při provedení autobusových zastávek. Jejich výhoda spočívá v bezpečném navedení autobusů k nástupní hraně zastávky prostřednictvím optimálního profilu obrubníku.

## 8.2 VARIANTA 2

### 8.2.1 Popis varianty

Pro návrh druhé varianty se již počítá se stavební úpravou. U křižovatky č. 1 se jedná o návrh odbočovacích pruhů vlevo a vpravo na hlavní komunikaci, doplněných kapkovitým ostrůvkem typu A a trojúhelníkovým směrovacím ostrůvkem na vedlejší komunikaci. Důvodem navržení odbočovacích pruhů vpravo a vlevo na hlavní komunikaci byla vysoká intenzita dopravních proudů, které z hlavní komunikace odbočují. Odbočovací pruhy dále umožňují účastníkům silničního provozu odbočit, aniž by museli snížit jejich rychlost a omezovat tak rychlost vozidel na průběžném jízdním pruhu. Dalším důvodem pro navržení odbočovacího pruhu vlevo byly tvořící se kolony vozidel, které odbočovaly z hlavní komunikace na vedlejší komunikaci a bránily tak průjezdu vozidel v průběžném jízdním pruhu. Dopravní ostrůvky byly naprojektovány z důvodu fyzického a optického oddělení a usměrnění dopravních proudů na křižovatce.

Veškeré návrhy by měly být provedeny tak, aby byl splněn požadavek pro zachování stávajícího stavu mostního objektu, tzn. že při jednotlivých variantách nesmí dojít k žádným úpravám, které by vedly k jeho rozšíření. Vzhledem k této skutečnosti nebylo z technických důvodů možné navrhnout u křižovatky č. 2 odbočovací pruh pro odbočení vlevo, ani rozšíření jízdního pruhu pro objíždění vozidla odbočujícího vlevo na hlavní komunikaci. Na vedlejší komunikaci byl navržen kapkovitý ostrůvek typu A.

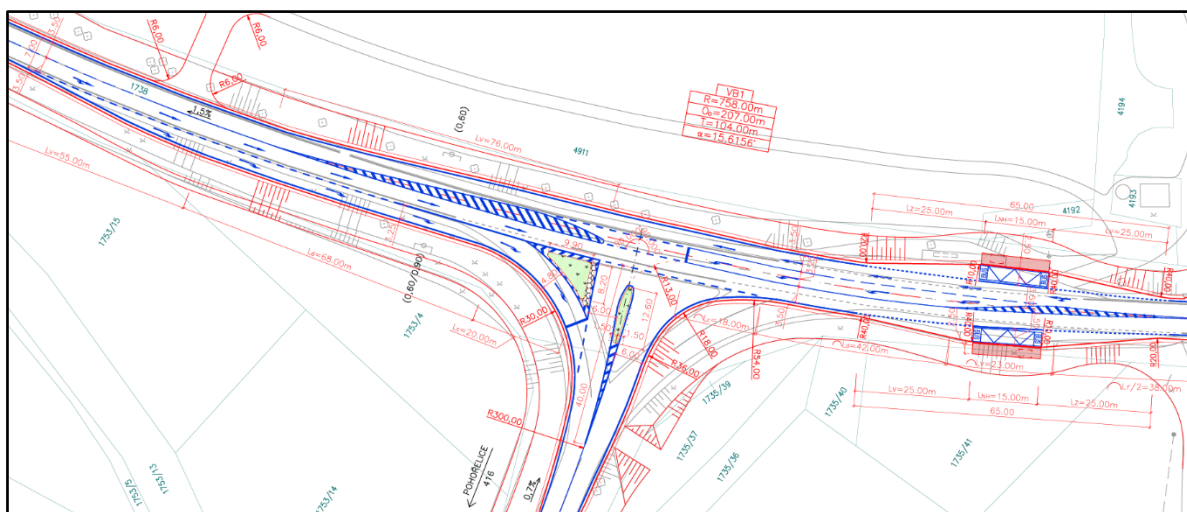
Součástí varianty 2 je také návrh úpravy protilehlých autobusových zastávek „Měnin rozcestí“. Přestože by bylo žádoucí navrhnout v oblasti křižovatek při provozu mezi městy Židlochovice a Měnin společný pás pro provoz chodců a cyklistů, z důvodů stísněných podmínek a nemožnosti umístit mezi křižovatkami sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty není možné tuto stezku realizovat. Výhodou varianty 2 oproti stávajícímu stavu křižovatek je větší šířka zpevněné a nezpevněné části krajnice.

Pro realizaci varianty 2 není potřeba odkoupení žádného nového pozemku. Realizace by proběhla na stávajících parcelách.

Kompletní návrh varianty 2 je k dispozici v Příloze 4.

## 8.2.2 Návrh varianty 2

### KŘIŽOVATKA č. 1

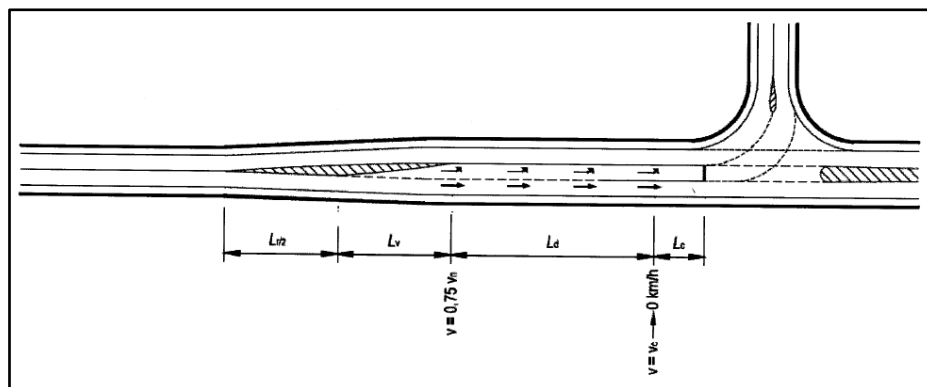


Obrázek 15: Varianta 2 - křižovatka č. 1 včetně autobusových zastávek

Návrh křižovatky znázorňuje Obrázek 15. První úpravou bylo napojení vedlejší komunikace na hlavní komunikaci tak, aby úhel křížení byl  $90^\circ$ . To bylo umožněno směrovým obloukem o poloměru 300 m. Průběžné jízdní pruhy na hlavní komunikaci jsou v šířce 3,50 m.

### Odbočovací pruh pro odbočení vlevo

Aby bylo možné navrhnout odbočovací pruh vlevo z hlavní komunikace, z důvodů stísněných podmínek bylo zapotřebí snížit návrhovou rychlost z 90 km/h na 70 km/h. Poté bylo možné naprojektovat dle ČSN 73 6102 [2] odbočovací pruh s uspořádáním vyznačeným vodorovným dopravním značením dle Obrázku 16.

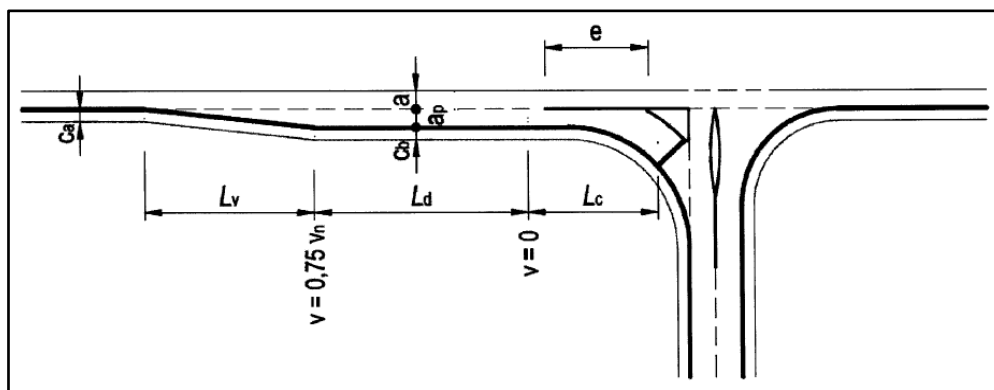


Obrázek 16: Odbočovací pruh pro odbočení vlevo [Zdroj: ČSN 73 6102 [2], obr. 26a]

Celý odbočovací úsek je složen z poloviční délky rozšiřovacího klínu  $L_r/2$ , vyřazovacího úseku  $L_v$ , zpomalovacího úseku  $L_d$  a čekacího úseku  $L_c$ . Pro kategorii S 9,5 je šířka odbočovacího pruhu 3,25 m. Pro zkrácení celkové délky odbočovacího pruhu lze pro výpočet uvažovat i s nižší návrhovou rychlostí (60 km/h), jelikož se jedná o křižovatky, které se nacházejí blízko sebe a mezi nimi se zacházejí autobusové zastávky. Délka rozšiřovacího klínu  $L_r$  je 76 m (při vzdálenosti levého okraje odbočovacího pruhu od osy komunikace 1,625 m). Na základě této délky byl proveden rozšiřovací klín s dopravním stínem. Poloviční délka rozšiřovacího klínu je 38 m, délka vyřazovacího úseku je z odůvodněných případů snížena od tabulkové hodnoty o 50 % na hodnotu 23 m, délka zpomalovacího úseku je 42 m a délka čekacího úseku je 18 m. Pomocí vlečných křivek v programu AutoTURN Pro byl na hlavní komunikaci navržen ochranný dopravní stín o celkové délce 76 m.

### Odbočovací pruh pro odbočení vpravo

Pro odbočení vpravo z hlavní komunikace byl navržen přídatný pruh pro odbočení vpravo se zastavením na úrovňové křižovatce podle Obrázku 17. Odbočovací úsek se skládá z vyřazovacího úseku  $L_v$ , zpomalovacího úseku  $L_d$  a čekacího úseku  $L_c$ . Pro kategorii S 9,5 je šířka odbočovacího pruhu 3,25 m. Pro návrhovou rychlost 70 km/h vychází délka vyřazovacího úseku 55 m, délka zpomalovacího úseku je 68 m a délka čekacího úseku je 20 m.



Obrázek 17: Přídatný pruh pro odbočení vpravo [Zdroj: ČSN 73 6102 [2], obr. 23a]

Levé nároží křižovatky bylo navrženo pomocí plochy vymezené vlečnými křivkami daných směrodatných vozidel jako kružnicový oblouk o poloměru 30 m. V místě trojúhelníkového směrovacího ostrůvku je šířka jízdního pruhu včetně jeho rozšíření 4,80 m.

Pravé nároží křižovatky bylo navrženo jako složený kružnicový oblouk. Ten tvoří tři kružnicové oblouky o poloměrech  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  a jejich vzájemný poměr se uvažuje 2 : 1 : 3. Poloměr  $R_1$  je 36 m, poloměr  $R_2$  je 18 m a poloměr  $R_3$  je roven 54 m.

### **Dopravní ostrůvky**

Trojúhelníkový směrovací ostrůvek byl navržen tak, aby vyhovoval průjezdu daným směrodatným vozidlem a jeho rozměry jsou 9,90 m a 8,20 m. V případě průjezdu nadrozměrných vozidel byla provedena zpevněná plocha ostrůvku.

K fyzickému a optickému oddělení dopravních proudů byl na křižovatce navržen kapkovitý ostrůvek typu A. Pro jeho provedení bylo zapotřebí zjistit hodnoty poloměrů zaoblení  $R_1$  a  $R_2$  a šířku  $e$ , které se navrhuje podle úhlu křížení (v tomto případě  $90^\circ$ ). Pro hlavní komunikaci dvoupruhovou s pruhem pro odbočení vlevo je poloměr  $R_2$  roven 13 m a  $e$  je 1,50 m. Poloměr  $R_1$  byl upraven dle potřeby při ověřování vlečnými křivkami. Čela ostrůvku byla zaoblена poloměry v hodnotě 0,50 m. Délka ostrůvku činí 12,60 m, přičemž délka  $L$  od hranice křižovatky po konec VDZ ostrůvku je 40 m. Po stranách dopravního ostrůvku je šířka jízdních pruhů včetně jejich rozšíření 6,00 m.

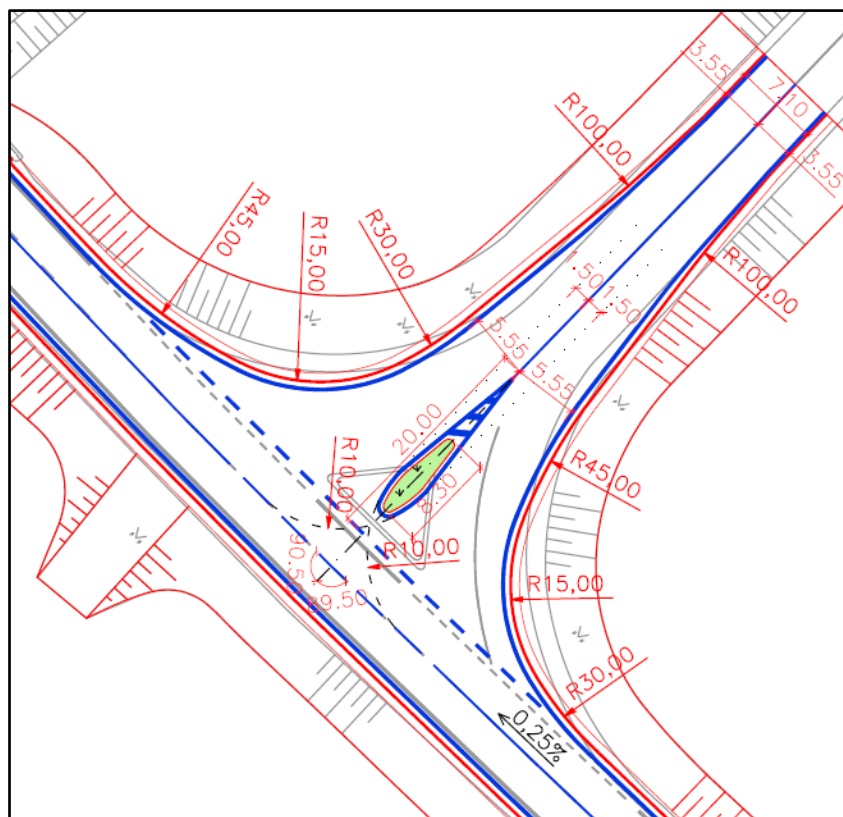
Oba ostrůvky jsou snadno postřehnutelné odlišnou barevností, vegetační úpravou a obrubníky, které ostrůvky lemují.

### **KŘÍŽOVATKA č. 2**

Návrh úpravy křižovatky č. 2 spočívá v odstranění původního trojúhelníkového ostrůvku a jeho nahrazení kapkovitým ostrůvkem typu A (viz Obrázek 18). Pro jeho provedení bylo zapotřebí zjistit hodnoty poloměrů zaoblení  $R_1$  a  $R_2$  a šířku  $e$ , které se navrhuje podle úhlu křížení (v tomto případě  $89,50^\circ$ ). Pro hlavní komunikaci dvoupruhovou jsou poloměry  $R_1$  a  $R_2$  rovny 10 m a  $e$  je 1,50 m. Čela ostrůvku byla zaoblена poloměry v hodnotě 0,50 m. Délka ostrůvku činí 8,30 m, přičemž délka  $L$  od hranice křižovatky po konec VDZ ostrůvku je 20 m. Po stranách dopravního ostrůvku je šířka jízdních pruhů včetně jejich rozšíření 5,55 m. Ostrůvek je rovněž snadno postřehnutelný svou barevností, vegetační úpravou a obrubníky.

Nároží křižovatky bylo vytvořeno jako složený kružnicový oblouk, který tvoří tři kružnicové oblouky o poloměrech  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  a jejich vzájemný poměr je 2 : 1 : 3. Poloměr  $R_1$  je 30 m, poloměr  $R_2$  je 15 m a poloměr  $R_3$  je roven 45 m.

Křižovatka se napojuje na původní stav vedlejší komunikace pomocí oblouku o poloměru 100 m. Průběžné jízdní pruhy na hlavní komunikaci jsou v šířce 3,50 m.



Obrázek 18: Varianta 2 - křižovatka č. 2

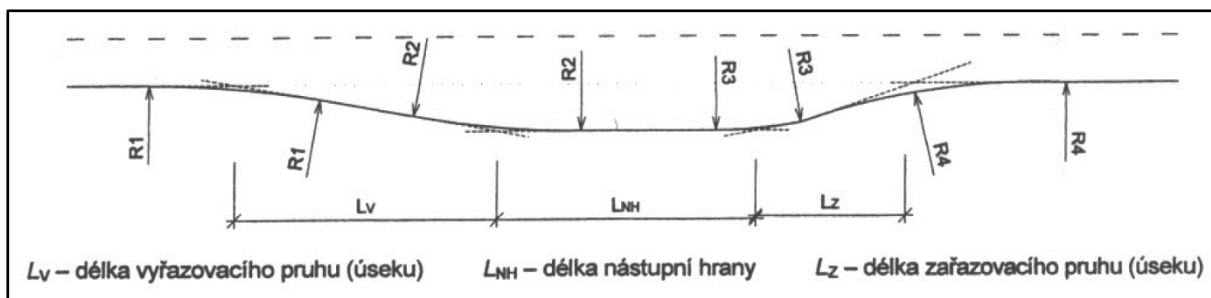
## AUTOBUSOVÉ ZASTÁVKY

Autobusové zastávky jsou navrženy dle ČSN 73 6425 -1 [3].

### Autobusová zastávka směr Brno – Hodonín

Autobusový záliv začíná za první křižovatkou přibližně ve vzdálenost 20 m a končí před začátkem mostního objektu tak, aby do něj žádným způsobem nezasahoval. Pro připojení zastávkového pruhu na průběžné jízdní pruhy byly navrženy vyřazovací a zařazovací úseky dle Obrázku 19. Délka vyřazovacího úseku  $L_v$  a zařazovacího úseku  $L_z$  je stejná a je rovna 25 m. Délka nástupní hrany byla naprojektována podle místně nejdelšího užívaného typu vozidel. Během špičkové hodiny od 15:30 do 16:30 zastavilo na zastávce celkem 7 autobusů, přičemž nejdelší z nich měl délku 14,995 m. Nástupní hrana je tedy navržena v délce 15,00 m. Délka autobusového zálivu činí 65 m a jeho šířka je 3,50 m. Poloměry znázorněné na Obrázku 19 jsou  $R_1 = R_2 = 40,00$  m,  $R_3 = 10,00$  m a  $R_4 = 20,00$  m.





Obrázek 19: Znázornění zastávkového pruhu [Zdroj: ČSN 73 6425-1[3], obr. 10]

Nástupiště je široké 2,50 m a je opatřeno kontrastním pásem v šířce 150 mm. Povrch nástupiště je zpevněný s příčným sklonem 0,5 % směrem k vozovce. Zastávkové obrubníky nástupních hran jsou navrženy z bezbariérových zastávkových obrubníků BZO [22], které mají naváděcí úpravu pro vozidla k nástupní hraně zastávky.

Na konci zastávky se nachází značka č. IJ 4b umístěná na označníku tak, že vzdálenost levého okraje označníku od nástupní hrany je 0,60 m. Navržený přístřešek typu E-ZS01a [23], jehož délka je 2790 mm a výška 1800 mm, je umístěný tak, aby nezasahoval do průjezdného průřezu zastavujícího vozidla. Zastávka se nachází v extravilánu od nejbližšího města přibližně 0,5 km, a proto se nepředpokládá výstup a nástup osob na vozíku nebo osob s kočárky.

### Autobusová zastávka směr Hodonín – Brno

Autobusový záliv začíná za mostním objektem přibližně ve vzdálenosti 5 m tak, aby do něj žádným způsobem nezasahoval a končí před začátkem křižovatky č. 1 ve vzdálenosti přibližně 20 m. Stejně jako u předchozí autobusové zastávky byly i u této navrženy vyřazovací a zařazovací úseky dle Obrázku 19. Délka vyřazovacího úseku  $L_v$  a zařazovacího úseku  $L_z$  je stejná a odpovídá hodnotě 25 m. Délka nástupní hrany je 15,00 m a délka autobusového zálivu je 65 m s šířkou 3,50 m. Poloměry znázorněné na Obrázku 19 jsou  $R_1 = R_2 = 40,00$  m,  $R_3 = 10,00$  m a  $R_4 = 20,00$  m.

Z důvodu bezpečnosti byl vjezd na ornou půdu v místě zastávky přemístěn tak, aby pohyb zemědělských strojů nijak nenarušoval plynulost a bezpečnost autobusových zastávek a přilehlé stykové křižovatky. Veškeré další informace k autobusové zastávce ve směru z Hodonína do Brna jsou stejné, jako u autobusové zastávky ve směru opačném.

## VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

Vodorovné dopravní značení bylo pro variantu 2 provedeno v souladu s TP 133 [6]. Pro přehlednost byly použité druhy vodorovného dopravního značení zaneseny do Tabulky 15.

*Tabulka 15: Druhy použitého vodorovného dopravního značení pro variantu 2*

OZNAČENÍ	NÁZEV ZNAČKY	ROZMĚRY [m]		
		délka úsečky	délka mezery	šířka čáry
V 1a <sup>1)</sup>	Podélná čára souvislá	-	-	0,125
V 1a <sup>2)</sup>	Podélná čára souvislá	-	-	0,25
V 2b <sup>1)</sup>	Podélná čára přerušovaná	1,50	1,50	0,25
V 2b <sup>2)</sup>	Podélná čára přerušovaná	3,00	1,50	0,125
V 4 <sup>1)</sup>	Vodící čára	-	-	0,25
V 4 <sup>2)</sup>	Vodící čára	0,5	0,5	0,25
V 5	Příčná čára souvislá	-	-	0,5
V 9a	Směrové šipky	5,00	5,00 – 15,00	-
V 11a	Zastávka autobusu nebo trolejbusu	-	-	0,125
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	-	0,5

Při návrhu odbočovacích pruhů pro odbočení vlevo a vpravo byly použity značky č. V 9a „Směrové šipky“ typu 1 (přímo), 2 (přímo a vlevo), 3 (přímo a vpravo), 5 (vlevo) a 6 (vpravo).

Značení č. V 13a „Šikmé rovnoběžné čáry“ jsou široké 0,50 m a provádějí se pod úhlem 45° podle toho, kam je provoz usměrňován. V návrhu byly použity šikmé rovnoběžné čáry pravé a středové.

## OVĚŘENÍ VLEČNÝCH KŘIVEK A ROZHLEDOVÝCH PODMÍNEK

Při navrhování křižovatek a autobusových zastávek varianty 2 bylo využito funkcí, které nabízí program AutoTURN Pro. Ten umožňuje ověřit průjezdnost navržené trasy pomocí daných směrodatných vozidel při určité rychlosti.

Při návrhu bylo dbáno na zachování bezpečnostního odstupu 0,50 m mezi vlečnými křivkami směřodatného vozidla, vnějšími okraji jízdních pruhů a okrajem nároží. Dále byl průjezd křižovatkou proveden tak, aby vlečná křivka směřodatného vozidla nezasahovala při odbočení do protisměru.

Směřodatnými vozidly, kterými byla varianta 2 ověřena z hlediska průjezdnosti, byly NS o délce 16,50 m a BUS 15 o délce 14,95 m. Návrhové parametry, použité pro úpravu původních křižovatek, po ověření vlečnými křivkami vyhověly.

Po dokončení návržení varianty 2 byly na obou křižovatkách dle ČSN 73 6102 [2] ověřeny rozhledy pomocí rozhledových trojúhelníků. Rozhledy pro řidiče vozidla, přijíždějícího k dané křižovatce po vedlejší komunikaci, vyhovují pro umístění značky č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“.

## **8.3 VARIANTA 3**

### **8.3.1 Popis varianty**

Návrhem číslo 3 je varianta, která spočívá v návržení jednopruhové okružní křižovatky v místě původní stykové křižovatky č. 1 dle zásad TP 135 [7]. Z důvodu omezeného prostoru v místě křižovatky č. 2 byl ponechán návrh kapkovitého ostrůvku typu A podle varianty 2.

Okružní křižovatka je druh úrovně křižovatky, na níž je silniční provoz směřován jednosměrným objezdem kolem středového ostrova a jedná se o pohyb proti směru hodinových ručiček. Vhodná je zejména pro snížení závažnosti dopravních nehod, kdy oproti stykové křižovatce (9 kolizních bodů) má okružní křižovatka pouze 8 kolizních bodů (4 odpojně a 4 přípojně) a je důležité, že nemá žádné křížné kolizní body (vylučuje se tak střet s protijedoucími vozidly).

Navržená okružní křižovatka má celkem tři větve, kde každá je tvořena jedním vjezdem a jedním výjezdem. Součástí třetí varianty je návrh protilehlých autobusových zastávek „Měnin rozcestí“ a společného pásu pro provoz cyklistů a chodců.

Pro případnou realizaci varianty 3 bude nutné odkoupit části těchto nových pozemků: 4194 (obec Žatčany, ostatní plocha), 4195 (Česká Republika, trvalý travní porost), 4085 (Česká Republika, ostatní plocha), 4084 (Česká Republika, vodní plocha), 4083 (Česká republika, ostatní plocha), 4196 (Biskupství brněnské, orná půda).

### 8.3.2 Návrh varianty 3

#### **KŘÍŽOVATKA č. 1**

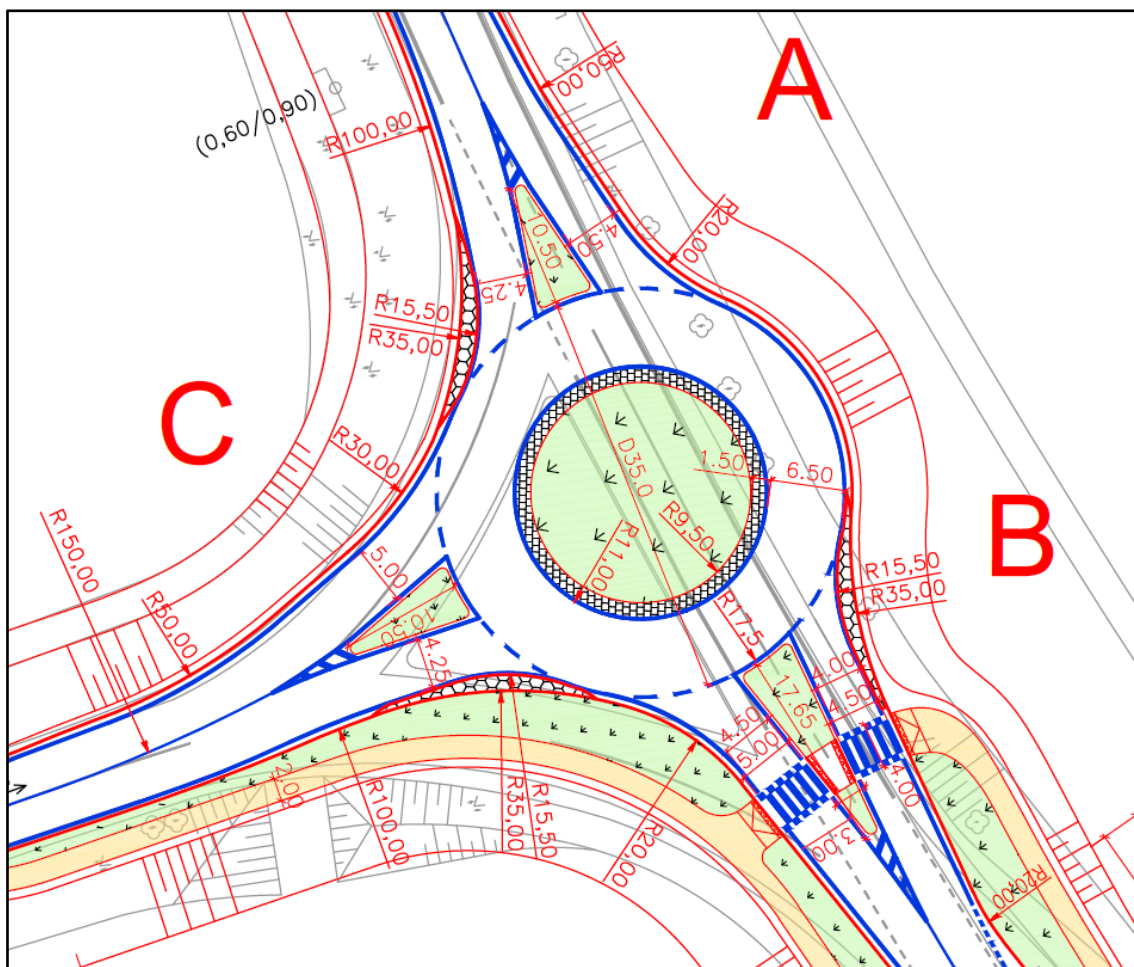
Okružní křižovatka je navržena takovým způsobem, aby neumožňovala vozidlům přímému průjezdu křižovatkou a byli tak nuceni projet jí menší rychlostí.

Průměr vnějšího okraje okružního jízdního pásu je 35 m. Křižovatka je naprojektována tak, aby byla včas postřehnutelná. K tomu slouží navýšený středový ostrov kruhového půdorysu o průměru 19 m, který je porostlý zelení a je lemován silničním obrubníkem. Okolo středového ostrova byl navržen prstenec v šířce 1,50 m, aby při průjezdu tranzitní dopravou nedocházelo k porušení silničních obrubníků. Pro odlišení prstence od jízdního okružního pásu (jak vizuálně, tak pocitově při pojezdu) je jeho povrch tvořený z dlažebních žulových kostek.

Příčný sklon prstence je 6 % směrem k vnějšímu okraji okružní křižovatky. Podle vlečných křivek směrdatných vozidel byla šířka jízdního pásu okružní křižovatky navržena 6,50 m. Dostředný sklon jízdního pásu je 2,50 % od středového ostrova.

Při návrhu jednotlivých ramen okružní křižovatky bylo postupováno tak, aby boční strany dopravního ostrůvku měly přímý směr, tzn. že vozidlo na vjezdu do okružní křižovatky nestojí v oblouku. Další požadavek byl takový, že vnější výjezdové křivky mají větší poloměr než křivky vjezdové, a to z toho důvodu, aby se zabránilo nežádoucím kongescím při výjezdu vozidel z okružní křižovatky. Dopravní ostrůvky jsou zaoblené kružnicovými oblouky o poloměrech 0,50 m.

Kompletní návrh varianty 3 je k dispozici v Příloze 5.



Obrázek 20: Varianta 3 – křižovatka č. 1

## Rameno A

Šířka vjezdu je 4,25 m a šířka výjezdu je 4,50 m, přičemž se jedná o šířku jízdních pruhů mezi vodícími proužky. Výjezd z okružního jízdního pásu je navržen směrovým obloukem o poloměru 20,00 m. Při vjezdu do křižovatky je provedeno srpovité zpevnění krajnice, které je lemováno na vnějším obvodu obrubníkem, zvýšeným oproti vozovce o 30 mm. Jeho poloměr je 15,50 m. Vnitřní obvod srpovitého zpevnění krajnice vjezdu je potom tvořen obloukem o poloměru 35,00 m. Mezi vjezdem a výjezdem je dopravní ostrůvek, který je porostlý vegetací a je lemován zešíkmeným obrubníkem. Jeho délka činí 10,50 m. Plynulé napojení ramene A okružní křižovatky na komunikaci bylo provedeno při vjezdu obloukem o poloměru 100,00 m a při výjezdu poloměrem 50,00 m.

## **Rameno B**

Vjezd ramene B má šířku 4,00 m a výjezd je navržen šířky 4,50 m mezi vodícími proužky. Při vjezdu do křižovatky je opět provedeno srpovité zpevnění krajnice, které je po vnějším obvodu obehnané obrubníkem výšky 30 mm při poloměru 15,50 m. Výjezd je umožněn obloukem o poloměru 20,00 m.

Na této větvi okružní křižovatky se nachází sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty, který je rozdělen dopravním ostrůvkem. Délka ostrůvku je 17,65 m a je dostatečně dlouhý k tomu, aby umožnil zastavit vozidlu, pouštějící pěší a cyklisty přejít vozovku, na výjezdu mimo jízdní pás okružní křižovatky. Šířka ostrůvku je v místě přerušení 3,00 m. Dále ostrůvek plní funkci ochrannou pro nemotorizovanou dopravu a fyzicky odděluje dopravní proudy na vjezdu a výjezdu.

## **Rameno C**

Aby se zabránilo nevhodnému úhlu napojení ramene C na okružní křižovatku, byla větev před křižovatkou upravena poloměrem 150,00 m. Vjezd je široký 4,25 m a šířka výjezdu je 5,00 m mezi vodícími proužky. Stejně jako u předchozích dvou ramen je i na rameni C nároží provedeno zpevněnou krajnicí o stejném vnějším i vnitřním poloměru. Výjezd je umožněn obloukem o poloměru 30,00 m. Mezi vjezdem a výjezdem je dopravní ostrůvek, který je shodný s ostrůvkem na rameni A. Plynulé napojení větve okružní křižovatky na stávající komunikaci bylo provedeno při vjezdu obloukem o poloměru 100,00 m a při výjezdu poloměrem 50,00 m.

## ***KŘÍŽOVATKA č. 2***

Návrh úpravy křižovatky č. 2 spočívá v odstranění původního trojúhelníkového ostrůvku a jeho nahrazení kapkovitým ostrůvkem typu A (viz Obrázek 18). Návrh třetí varianty pro tuto křižovatku tedy zůstává stejný, jako u varianty 2.

## ***AUTOBUSOVÉ ZASTÁVKY***

Návrh autobusových zastávek je stejný, jako u varianty 2 a liší se jen v následujících návrhových parametrech. Pro autobusovou zastávku ve směru z Brna do Hodonína je délka autobusového zálivu 65 m a jeho šířka je 3,25 m. Ve směru opačném, tedy z Hodonína do Brna, je délka autobusového zálivu také 65 m, ale jeho šířka činí 3,75 m.

## ***SPOLEČNÝ PÁS PRO CHODCE A CYKLISTY***

Součástí varianty 3 je zajištění bezpečnosti provozu chodců a cyklistů vytvořením společného pásu, který je v oblasti křižovatek vedený mimo dopravní prostor. Chodci a cyklisti se tak napojí na stezku ještě před jednotlivými křižovatkami. Návrh byl proveden v souladu s TP 179 [11].

Podmínkou pro samotný návrh stezky je nízká intenzita provozu chodců a cyklistů. Během provedeného tříhodinového dopravního průzkumu projeli křižovatkou celkem 3 cyklisti a prošlo 9 chodců. Chodci využívají křižovatky za potřebou využití autobusových zastávek a pro cyklisty jsou křižovatky součástí cyklistické trasy číslo 5062.

Šířka stezky je 2,00 m s příčným sklonem 2,0 %. Původní návrh měl vést stezku pro cyklisty a chodce v šířce 1,00 m přes stávající mostní objekt, ale nebyly by tak dodrženy nutné bezpečnostní odstupy a muselo by se proto zasahovat do jeho šířkového uspořádání. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí vést stezku mimo mostní objekt a navrhnout vedle něj lávku pro chodce a cyklisty, která přemostí řeku Litavu. Lávka je navržena jako ocelová a je založena na dvou železobetonových monolitických opěrách se světlostí 30 m. Mostní konstrukce je provedena z ocelového roštu, který vyniká svou nízkou hmotností a vysokou trvanlivostí.

V oblasti autobusové zastávky ve směru z Hodonína do Brna je společný pás pro provoz cyklistů a chodců veden za čekacím prostorem zastávky. Od stezky je zastávka odlišena rozdílnou strukturou povrchu. Na protější autobusovou zastávku je stezka napojena pouze bočně pro dostupnost zastávky chodci.

Pro bezpečné převedení cyklistů a chodců přes hlavní komunikaci, byl na rameni B okružní křižovatky prostřednictvím dopravního ostrůvku proveden dělený sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty podle Vyhlášky č. 294/2015 Sb. [15] označený značkou č. V 8c. Dopravní ostrůvek dělí značku č. V 8c na dvě části, kde první část je dlouhá 4,50 m a druhá část je dlouhá 5,00 m. Šířka přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty je 4,00 m a od vnější hrany okružní křižovatky je ve vzdálenosti 9,00 m. Místa styku stezky s komunikací jsou opatřena varovnými pásy o šířce 400 mm a v místě křížení s hlavní komunikací je nájezdová rampa ve sklonu 8 %.

Ukončení stezky vyústěním na vedlejší komunikace je pouze provizorní řešení. Do budoucna lze uvažovat o napojení sdruženého pásu pro chodce a cyklisty na možnou později vybudovanou stezku, která bude dále pokračovat do okolních měst.

## ***VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ***

Vodorovné dopravní značení bylo provedeno v souladu s TP 133 [6]. Použity byly tyto druhy značení: V 1a<sup>1)</sup>, V 2b<sup>1)</sup>, V 2b<sup>2)</sup>, V 4<sup>1)</sup>, V 4<sup>2)</sup>, V 11a a V 13a. Jejich název a rozměry uvádí Tabulka 15. Dále byla použita značka č. V 8c „Sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty“.

## ***OVĚŘENÍ VLEČNÝCH KŘIVEK A ROZHLEDOVÝCH PODMÍNEK***

Stejně jako u varianty 2, tak i u varianty 3 bylo při navrhování křižovatek a autobusových zastávek využito funkcí, které nabízí program AutoTURN Pro.

Při návrhu bylo opět dbáno na zachování bezpečnostního odstupu 0,50 m mezi vlečnými křivkami směrdatného vozidla, vnějšími okraji jízdních pruhů a okrajem nároží.

Směrdatnými vozidly, kterými byla varianta 3 ověřena z hlediska průjezdnosti, byly NS o délce 16,50 m a BUS 15 o délce 14,95 m. Návrhové parametry, použité pro úpravu původních křižovatek, po ověření vlečnými křivkami vyhověly. V případě průjezdu nadrozměrných vozidel slouží při vjezdu na okružní křižovatku srpovité zpevnění krajnice.

Po dokončení návržení varianty 3 byly na obou křižovatkách dle ČSN 73 6102 [2] ověřeny rozhledové podmínky. Pro křižovatku č. 1 byly ověřeny rozhledy na všech vjezdech do okružní křižovatky a pro křižovatku č. 2 byly rozhledy ověřeny pomocí rozhledových trojúhelníků. Rozhledy pro řidiče vozidla, přijíždějícího ke křižovatce s kapkovitým ostrůvkem po vedlejší komunikaci, vyhovují pro umístění značky č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Pro přehled rozhledových podmínek slouží Příloha 8.



## 9. MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

Pro vybrání nejvhodnější varianty je zapotřebí provést tzv. multikriteriální hodnocení navržených variant. Hlavním záměrem mé bakalářské práce bylo navrhnout křižovatky tak, aby bylo dosaženo potřebných opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu. Z toho důvodu jsem při hodnocení variant kladla největší důraz na plynulost a bezpečnost provozu jak dopravních prostředků, tak chodců a cyklistů.

Celkem bylo vybráno 7 kritérií. Těm byla přiřazena váha důležitosti v rozsahu od 1 do 10, přičemž kritérium ohodnocené váhou důležitosti 1 je bráno jako nejméně důležité a kritérium ohodnoceno váhou důležitosti 10 je uvažováno jako nejdůležitější. Poté byly postupně každému kritériu přiděleny body od 1 do 10, kde bodem 1 je ohodnoceno nejhorší kritérium a bodem 10 naopak to nejlepší. Pro zjištění celkového hodnocení jednotlivých kritérií byly hodnoty váhy důležitosti a přiřazené body mezi sebou pronásobeny a následně sečteny. Výsledná varianta bude ta, která dosáhne nejvyšší součtové hodnoty dle Tabulky 16.

### **Použitá kritéria a jejich zdůvodnění:**

- *Bezpečnost provozu dopravních prostředků, chodců a cyklistů* sleduje na křižovatce počet kolizních bodů a tím co nejbezpečnější průjezd křižovatkou. Dále je sledováno bezpečné vedení chodců a cyklistů v místě řešených křižovatek. Váha důležitosti je 10.
- *Plynulost provozu dopravních prostředků* sleduje co nejplynulejší průjezd křižovatkou a vhodnost napojení autobusových zastávek na průběžné jízdní pruhy. Váha důležitosti je 9.
- *Viditelnost křižovatky* sleduje její včasné zpozorování z pohledu řidiče při příjezdu k dané křižovatce. Váha důležitosti je 7.
- *Objem stavebních úprav* sleduje rozsah stavebních prací, které by bylo nutné provést při realizaci dané varianty. Váha důležitosti je 6.
- *Zábor pozemků* sleduje rozsah dotčených ploch, kterých by se týkal návrh úpravy křižovatek. Váha důležitosti je 3.
- *Ekonomické hledisko* sleduje potřebné investice k uskutečnění jednotlivých variant. Váha důležitosti je 7.

Tabulka 16: Multikriteriální vyhodnocení variant

	<i>KRITÉRIUM</i>	<i>VÁHA</i>	<i>BODY</i>	<i>HODNOCENÍ</i>	<i>SOUČET</i>
<b>VARIANTA 1</b>	Bezpečnost provozu dopravních prostředků	10	3	30	<b>290</b>
	Bezpečnost provozu chodců a cyklistů	10	2	20	
	Plynulost provozu dopravních prostředků	9	5	45	
	Viditelnost křižovatky	7	5	35	
	Objem stavebních úprav	6	10	60	
	Zábor pozemků	3	10	30	
	Ekonomické hledisko	7	10	70	
<b>VARIANTA 2</b>	Bezpečnost provozu dopravních prostředků	10	8	80	<b>382</b>
	Bezpečnost provozu chodců a cyklistů	10	5	50	
	Plynulost provozu dopravních prostředků	9	9	81	
	Viditelnost křižovatky	7	8	56	
	Objem stavebních úprav	6	7	42	
	Zábor pozemků	3	8	24	
	Ekonomické hledisko	7	7	49	
<b>VARIANTA 3</b>	Bezpečnost provozu dopravních prostředků	10	10	100	<b>420</b>
	Bezpečnost provozu chodců a cyklistů	10	10	100	
	Plynulost provozu dopravních prostředků	9	10	90	
	Viditelnost křižovatky	7	9	63	
	Objem stavebních úprav	6	4	24	
	Zábor pozemků	3	5	15	
	Ekonomické hledisko	7	4	28	

Na základě Tabulky 16 bylo zjištěno následující pořadí variant podle jejich vhodnosti.

Jako nejhorší se prokázala varianta 1, kterou by došlo pouze k úpravě dopravního značení, rekonstrukci silničních obrub dělících ostrůvků a obnovu obou autobusových nástupišť. Tato varianta splňuje nejhůře dvě základní hodnotící kritéria, kterými jsou plynulost a bezpečnost provozu na řešených křižovatkách.

Na druhém místě se osvědčila varianta 2, kterou by se v místě křižovatky č. 1 realizovaly odbočovací pruhy pro odbočení vlevo a vpravo na hlavní komunikaci a kapkovitý ostrůvek typu A na vedlejší komunikaci. Dále by se jednalo o úpravu stykové křižovatky č. 2. Návrh by spočíval v provedení kapkovitého ostrůvku typu A na vedlejší komunikaci. Součástí varianty 2 by byl návrh úpravy protilehlých autobusových zastávek. Z hlediska ekonomického, objemu stavebních úprav a záborů pozemků vychází varianta 2 nejlépe, ale její velkou nevýhodou je malá bezpečnost chodců a cyklistů a stále riziko většího množství kolizních bodů, než je tomu u varianty 3.

Jako nejlepší možnost úpravy řešených křižovatek se projevila varianta 3. Návrh by spočíval v provedení okružní křižovatky v místě křižovatky č. 1 a stykové křižovatky s kapkovitým ostrůvkem typu A na vedlejší komunikaci v místě křižovatky č. 2. Součástí varianty 3 by byl rovněž návrh úpravy přilehlých autobusových zastávek. Tato varianta je náročnější z hlediska ekonomického, objemu stavebních prací a záborů pozemků, ale navzdory tomu nejlépe splňuje základní kritéria bezpečnosti a plynulosti provozu na řešených křižovatkách.

## **9.1 Výsledná varianta**

Za výslednou variantu byla dle multikriteriálního hodnocení vybrána varianta 3, která je oproti ostatním návrhům dále podrobněji zpracována. Jako první je navrženo potřebné dopravní značení, které zahrnuje návrh svislého dopravního značení včetně příslušného označení a popis vodorovného dopravního značení (viz Příloha 6). Jako další jsou pomocí rozhledových poměrů ověřeny rozhledy na navržených křižovatkách (viz Příloha 8). Následně je pro variantu 3 ověřena průjezdnost pomocí vlečných křivek, odpovídajících směrodatnému vozidlu BUS15 (viz Příloha 9) a vozidlu NS (viz Příloha 10). Na závěr je proveden jeden vzorový příčný řez (viz Příloha 11), který vystihuje nový stav hlavní komunikace včetně jejího rozšíření na kategorii S 9,5/50.

## Dopravní značení

Navržené vodorovné dopravní značení pro variantu 3 bylo zmíněno již v kapitole 8.3.2.

V souladu s TP 135 [7], TP 65 [5] a TP 169 [8] bylo navrženo svislé dopravní značení, které bylo zaneseno do Tabulky 17.

*Tabulka 17: Druhy použitého svislého dopravního značení pro variantu 3*

OZNAČENÍ	NÁZEV ZNAČKY	POČET [ks]
A 19	Cyklisté	1
B 20a	Nejvyšší dovolená rychlost (pro 50 a 70 km/h)	3
		6
B 21a	Zákaz předjíždění	4
B 26	Konec všech zákazů	1
C 1	Kruhový objezd	3
C 4a	Přikázaný směr objíždění vpravo	5
C 9a	Stezka pro chodce a cyklisty	4
C 9b	Konec stezky pro chodce a cyklisty	2
E 2b	Tvar křižovatky	3
E 3a	Vzdálenost	1
E 3b	Vzdálenost	1
IJ 4b	Zastávka	2
IP 6	Přechod pro chodce	2
IP 7	Přejezd pro cyklisty	2
IS 3a	Směrová tabule (s jedním cílem)	1
IS 3c	Směrová tabule (s jedním cílem)	2
IS 3d	Směrová tabule (s dvěma cíli)	3
IS 9b	Návěst před křižovatkou	3
IS 20	Návěst před křižovatkou pro cyklisty	2
IS 21b	Směrová tabulka pro cyklisty	2
P 1	Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací	2
P 3	Konec hlavní pozemní komunikace	1
P 4	Dej přednost v jízdě!	4
P 6	Stůj, dej přednost v jízdě!	1
Z 3	Vodící tabule	3
Z 4b	Směrovací deska pravá	3

## Návrh vozovky

Návrh vozovky byl uskutečněn podle katalogu vozovek dle TP 170 [9] a dodatku TP 170 [10].

Intenzity zjištěné při dopravním průzkumu jsou tak vysoké, že odpovídají intenzitě pro silnici I. třídy. Konstrukce vozovky je tedy navržena pro vyšší zátěž, než je pro navrženou kategorii komunikace.

Dle TP 170 [9] je stanoveno celkem 7 tříd dopravního zatížení. Pro návrhové období odpovídá hodnotě 1992 těžkých nákladních vozidel za den II. třída dopravního zatížení. Na základě třídy dopravního zatížení byla zjištěna návrhová úroveň porušení vozovky D0.

Následně jsem v souladu s dodatkem TP 170 [10] navrhla dle katalogu vozovek skladbu vozovky D0-N-1-II-PIII, která je červeně vyznačena na Obrázku 21.

D0-N-1		Podloží	PI	PII	PIII	PI	PII	PIII	PI	PII	PIII	PI	PII	PIII
SMA, ACL, ACP, MZK, ŠD	100		40	80	SMA 11S ACL 22S	40	80	SMA 11S ACL 22S	40	70	90	40	60	SMA 11+ ACL 16+ ACP 16+
	200		150 <sup>7)</sup>		ACP 22S ▼150	110 <sup>8)</sup>		ACP <sup>8)</sup> ▲150	250	200	200	250	200	200
	300		250	200	MZK ▼90	250	200	MZK ▼90	250	200	200	250	200	MZK ▼90
	400		250	200	MZK ▼90	250	200	MZK ▼90	250	200	200	250	200	MZK ▼90
	500	90▼	150	250	ŠDA ▼45	150	250	ŠDA ▼45	150	250	250	150	250	ŠDA ▼45
	600	60▼	150	250	ŠDA ▼45	150	250	ŠDA ▼45	150	250	250	150	250	ŠDA ▼45
	700	45▼	150	250	ŠDA ▼45	150	250	ŠDA ▼45	150	250	250	150	250	ŠDA ▼45
Ha			270	270	270	230	230	230	200	200	200	160	160	160
Hv			520	620	720	480	580	680	450	550	650	410	510	610

Obrázek 21: Skladba vozovky

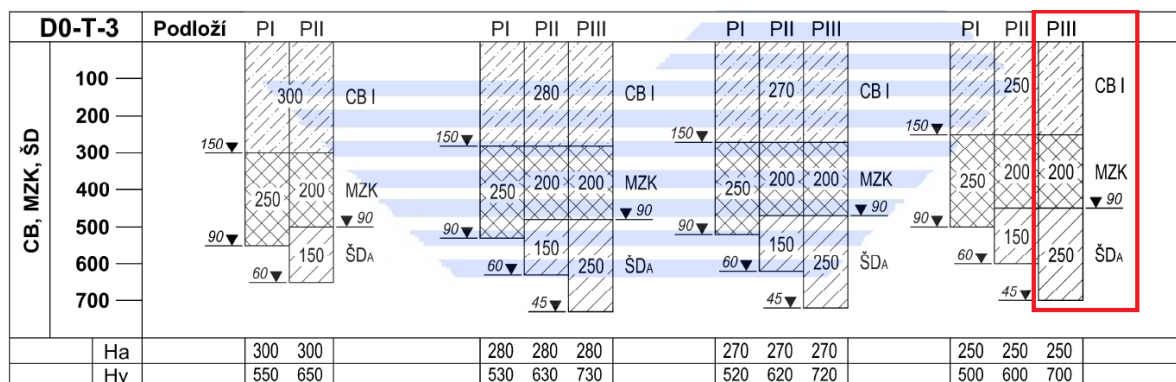
### Výsledná skladba vozovky komunikace D0-N-1-II-PIII:

asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	tl. 40 mm	ČSN EN 13108-5
asfaltový beton hrubozrnný, kval.tř. I	ACL 16S	tl. 70 mm	ČSN EN 13108-1
obalované kamenivo hrubozrnné, kval. tř.I	ACP 22S	tl. 90 mm	ČSN EN 13108-1
mechanicky zpevněné kamenivo	MZK	tl. 200 mm	ČSN 73 6126-1
šterkodrt', třída A	ŠDA	tl. 250 mm	ČSN 73 6126-1

Konstrukce vozovky celkem min. 650 mm

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 45 MPa.

Autobusovou zastávkou projede v jednom směru denně 53 vozidel. Pomocí návrhové metody byla navržena skladba D0-T-3-III-PIII, která je červeně vyznačena na Obrázku 22.



Obrázek 22: Skladba vozovky autobusových zálivů

Výsledná skladba vozovky autobusových zálivů **D0-T-3-III-PIII**:

cementobetonový kryt	CB I	tl. 250 mm	ČSN EN 13877-1
mechanicky zpevněné kamenivo	MZK	tl. 200 mm	ČSN 73 6126-1
štěrkodrt', třída A	ŠDA	tl. 250 mm	ČSN 73 6126-1

Konstrukce vozovky celkem min. 700 mm

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 45 MPa.

## Předběžný rozpočet výsledné varianty

Tabulka 18: Předběžný rozpočet výsledné varianty

POLOŽKA	CENA ZA MJ		MNOŽSTVÍ	CENA V Kč
Odstranění stromů	255	Kč/ks	8	2 040
Odstranění asfaltového povrchu	730	Kč/m²	4 789,9	3 496 627
Nová vozovka silnice	1260	Kč/m²	5 064,5	6 381 270
Nová vozovka autobusové zastávky	1568	Kč/m²	331,6	519 948,8
Dosypávka zeminy a její zhutnění	190	Kč/m³	540	102 600
Stezka pro chodce a cyklisty	950	Kč/m²	655,8	623 010
Autobusové nástupiště	730	Kč/m²	66,7	48 691
Přístřešek	41 000	Kč/ks	2	82 000
Silniční obrubníky	380	Kč/m	198,3	75 354
Žulové kostky	744	Kč/m²	86,4	64 281,6
Vodorovné dopravní značení	415	Kč/m²	419,429	174 063
Svislé dopravní značení	3 000	Kč/ks	66	198 000
Ohumusování a osetí	85	Kč/m²	3 905	331 925
Lávka	pozn.			6 000 000
Celková cena				18 099 910,4

Pozn.: Cena lávky pro pěší a cyklisty byla stanovena porovnáním s již existující konstrukcí lávky stejného typu.

## 10. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce na téma „Úprava dvojice křižovatek na silnici II/380 a II/416“ bylo navržení celkem tří variantních řešení stávajících dvou křižovatek, kterými by byla zajištěna plynulost a bezpečnost dopravních prostředků, chodců a cyklistů. Součástí bakalářské práce byl také návrh úpravy dvojice autobusových zastávek „Měnín rozcestí“, které se nacházejí v úseku mezi řešenými křižovatkami.

Všechny jednotlivé návrhy byly naprojektovány tak, aby byly v souladu s platnými normami a technickými podmínkami. Správnost navržených křižovatek byla ověřena rozhledovými podmínkami a jejich průjezdnost směrodatnými vozidly byla ověřena pomocí programu AutoTURN Pro.

Na základě zjištění stávajícího stavu, dopravního průzkumu a souhrnu všech nedostatků stávajících křižovatek byly navrženy tři možné varianty jejich úpravy. Dle provedeného multikriteriálního hodnocení byla vybrána jako nejvhodnější možnost úpravy dvojice křižovatek včetně autobusových zastávek varianta 3. Realizací této varianty se docílí vysoké bezpečnosti všech účastníků provozu a zajistí se co nejplynulejší průjezd navrženými křižovatkami.



## 11. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literatura

- [1] ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic, 2004
- [2] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 2012
- [3] ČSN 73 6425-1 Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – Část 1: Navrhování zastávek, 2007
- [4] KŘIVDA, Vladislav. Konfliktní situace v silniční dopravě. Ostrava, 2014. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební.
- [5] TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích, MD ČR, 2013
- [6] TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, MD ČR, 2013
- [7] TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, MD – OPK, 2005
- [8] TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích, MD ČR, 2005
- [9] TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, MD ČR OPK, 2004
- [10] Dodatek TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, MD – OSI, 2010
- [11] TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty, MD – OPK, 2006
- [12] TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek, MD – OI, 2007
- [13] TP 189 Stanovení intenzity dopravy na pozemních komunikacích, II. vydání, MD – OPK, 2012
- [14] TP 225 Prognóza intenzity automobilové dopravy, II. vydání, MD – OPK, 2012
- [15] Vyhláška č. 294/2015 Sb. Dopravní značky, MD ČR, 2016

## Internetové zdroje

- [16] Charakteristika okresu Brno-venkov. *Český statistický úřad: Krajská správa ČSÚ v Brně* [online]. 2013 [cit. 2017-04-1]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/domov>
- [17] Nahlížení do katastru nemovitostí. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. 2017 [cit. 2017-04-1]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- [18] Statistika nehod v mapě. *Ministerstvo dopravy: Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. ©2006 [cit. 2017-03-5]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz>
- [19] Celostátní sčítání dopravy 2010: Interaktivní mapa. *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. ©2011 [cit. 2017-01-3]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [20] CSB – Obrubník KO ke kruhovým objezdům. *CSBETON: Stavby jako z kamene* [online]. ©2017 [cit. 2017-04-2]. Dostupné z: <https://www.csbeton.cz/>
- [21] Chodníky, komunikace a schodiště. *BETON BROŽ: Betonové prvky* [online]. ©2009-2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.betonbroz.cz/>
- [22] Bezbariérové zastávkové obrubníky. *PRESBETON* [online]. ©2014 [cit. 2017-04-4]. Dostupné z: <http://www.presbeton.cz/>
- [23] Zastávky. *Siacity: Městský mobiliář* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.siacity.cz/cz/>
- [24] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

## 12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Poloha křižovatek vztažena k větším městům .....	13
Obrázek 2: Poloha křižovatek vztažena k menším městům .....	13
Obrázek 3: Letecký snímek stávajících křižovatek .....	15
Obrázek 4: Stávající stav křižovatky č. 1 .....	17
Obrázek 5: Stávající stav křižovatky č. 2 .....	18
Obrázek 6: Ukázka svislého dopravního značení na hlavní a vedlejší pozemní komunikaci..	20
Obrázek 7: Měřicí stanoviště dopravního průzkumu .....	21
Obrázek 8: Křižovatka č. 1 - značení paprsků a dopravních proudů .....	22
Obrázek 9: Pentlogram křižovatky č. 1 (nahore) a křižovatky č. 2 (dole) .....	26
Obrázek 10: Sjednocené číslování dopravních proudů na neřízené stykové křižovatce [Zdroj: TP 188 [12], upraveno] .....	27
Obrázek 11: Kolizní body na křižovatce č. 1 (vlevo) a na křižovatce č. 2 (vpravo).....	33
Obrázek 12: Znázornění nehod na řešených křižovatkách.....	34
Obrázek 13: Schéma konfliktních situací křižovatky č. 1 .....	36
Obrázek 14: Schéma konfliktních situací křižovatky č. 2.....	37
Obrázek 15: Varianta 2 - křižovatka č. 1 včetně autobusových zastávek .....	45
Obrázek 16: Odbočovací pruh pro odbočení vlevo [Zdroj: ČSN 73 6102 [2], obr. 26a] .....	45
Obrázek 17: Přídavný pruh pro odbočení vpravo [Zdroj: ČSN 73 6102 [2], obr. 23a] .....	46
Obrázek 18: Varianta 2 - křižovatka č. 2 .....	48
Obrázek 19: Znázornění zastávkového pruhu [Zdroj: ČSN 73 6425-1[4], obr. 10] .....	49
Obrázek 20: Varianta 3 – křižovatka č. 1 .....	53
Obrázek 21: Skladba vozovky.....	61
Obrázek 22: Skladba vozovky autobusových zálivů.....	62

### 13. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Intenzita dopravy v době průzkumu na křižovatce č. 1 .....	23
Tabulka 2: Intenzita dopravy pro špičkovou hodinu na křižovatce č. 1 .....	23
Tabulka 3: Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu .....	24
Tabulka 4: Intenzita dopravy v době průzkumu na křižovatce č. 2 .....	24
Tabulka 5: Intenzita dopravy pro špičkovou hodinu na křižovatce č. 2 .....	25
Tabulka 6: Rezerva kapacity, ÚKD a délka fronty pro křižovatku č. 1 .....	28
Tabulka 7: Rezerva kapacity, ÚKD a délka fronty pro křižovatku č. 2 .....	28
Tabulka 8: Denní intenzita dopravy [voz/den].....	30
Tabulka 9: Týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den].....	31
Tabulka 10: Roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den] .....	31
Tabulka 11: Druhy konfliktních situací křižovatky č. 1 .....	37
Tabulka 12: Druhy konfliktních situací křižovatky č. 2.....	38
Tabulka 13: Druhy použitého svislého dopravního značení pro variantu 1 .....	42
Tabulka 14: Druhy použitého vodorovného dopravního značení pro variantu 1 .....	43
Tabulka 15: Druhy použitého vodorovného dopravního značení pro variantu 2.....	50
Tabulka 16: Multikriteriální vyhodnocení variant .....	58
Tabulka 17: Druhy použitého svislého dopravního značení pro variantu 3.....	60
Tabulka 18: Předběžný rozpočet výsledné varianty .....	63

## **14. SEZNAM PŘÍLOH**

### **Výkresová část**

Příloha 1 – ŠIRŠÍ VZTAHY	M 1 : 100 000
Příloha 2 – STÁVAJÍCÍ STAV	M 1 : 1 000
Příloha 3 – VARIANTA 1	M 1 : 1000
Příloha 4 – VARIANTA 2	M 1 : 500
Příloha 5 – VARIANTA 3	M 1 : 500
Příloha 6 – VARIANTA 3 – DOPRAVNÍ ZNAČENÍ	M 1 : 500
Příloha 7 – VARIANTA 1 – ROZHLEDOVÉ TROJÚHELNÍKY	M 1 : 500
Příloha 8 – VARIANTA 3 – ROZHLEDOVÉ TROJÚHELNÍKY	M 1 : 500
Příloha 9 – VARIANTA 3 – OVĚŘENÍ VLEČNÝCH KŘIVEK 1	M 1 : 500
Příloha 10 – VARIANTA 3 – OVĚŘENÍ VLEČNÝCH KŘIVEK 2	M 1 : 500
Příloha 11 – VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ A – A‘	M 1 : 50

### **Textová část**

Příloha 12 – FOTODOKUMENTACE STÁVAJÍCÍHO STAVU ŘEŠENÝCH KŘÍŽOVATEK
Příloha 13 – VYHODNOCENÍ DOPRAVNÍHO PRŮZKUMU

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování panu Ing. Janu Petřů, Ph.D. za jeho cenné rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích a vypracování mé bakalářské práce. Rovněž bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D. za pomoc při získání potřebných informací.